This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

ZENTRALBIBLIOTHEK
ZÜRICH

Zentralbibliothek Zürich

Letztwilliges Geschenk

von

Herrn Prof. Dr. **Friedr. Meili**

1914.

No 39. - W. H. Z. - IV. 16 5000

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DAS TELEPHON.

Digitized by Google

Digitized by Google

Meili 3096.

DAS TELEPHON

UND DESSEN

PRAKTISCHE VERWENDUNG

VON

DR. JULIUS MAIER UND W. H. PREECE, F. R. S.,
in London — Chef des englischen Telegraphenwesens.

Mit 304 in den Text gedruckten Holzschnitten.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1889.

Digitized by Google

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Digitized by Google

Vorwort.

Die Aufgabe, die wir uns in dem vorliegenden Buche gestellt, einen ausführlichen und zuverlässigen Bericht über den gegenwärtigen Stand der Telephonie zu geben, war insofern keine leichte, als es sich darum handelte, einerseits eine Anzahl von Einrichtungen und Apparaten zu beschreiben, die noch nicht an die Oeffentlichkeit gelangt, und andererseits von vielen vorgeschlagenen Systemen und Anordnungen diejenigen auszusuchen, die sich in der Praxis bewährt hatten.

Wenn es uns gelungen, dieser Aufgabe theilweise gerecht zu werden, so haben wir dies in grossem Masse der Bereitwilligkeit zu verdanken, womit uns die Verwaltungen der verschiedenen Telephongesellschaften und die Erfinder telephonischer Apparate entgegenkamen, und wir ergreifen diese Gelegenheit, den betreffenden Herren unseren besten Dank für die Originalbeiträge auszusprechen, die sie uns zu Zwecken dieses Buches geliefert.

Ferner haben wir zu erwähnen, dass wir Wietlisbach's Technik des Fernsprechwesens in dem Capitel über Telephondraht und Grawinkel's Lehrbuch der Telephonie und Mikrophonie in den Artikeln über Wecker und Kabel benutzt. Die Artikel des Herrn Rothen im Journal Télégraphique und der Herren Elsässer, Oesterreich und Zetsche in der elektrotechnischen Zeitschrift haben gleichfalls Verwendung gefunden. Das Capitel über Telephonrecht ist dem Buche des Herrn Dr. Meili mit des Verfassers gütiger Erlaubniss entnommen.

London, October 1888.

Julius Maier.

W. H. Preece.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

Erster Theil.

Capitel I. Schall und Sprache 6
„ II. Induction 12
„ III. Das Bell-Telephon 16
„ IV. Die Kohlentelephone 23
„ V. Die Theorie des Telephons und Mikrophons 29
„ VI. Empfänger 34
„ VII. Sender 44
„ VIII. Specielle Telephone 69
„ IX. Ueber die verhältnissmässige Leistungsfähigkeit einiger Transmitter 83

Zweiter Theil.

Anwendungen des Telephons.

Capitel X. Telephondraht 92
„ XI. Hülfsapparate zur Einrichtung einer Fernsprech- oder Endstelle 125
„ XII. Gewöhnliche Fernsprech- oder Endstelle 149
„ XIII. Zwischensprecher 155
„ XIV. Centralstellen; deutsches System 163
„ XV. Das Multipelgestell der Western Electric Company . . 174
„ XVI. Das französische System 182
„ XVII. Das Schweizer System 207
„ XVIII. Das Law-System und das Mann-System 239
„ XIX. Das Gililland-System und Williams-System . . . 248
„ XX. Das Naglo-System 255
„ XXI. Das System des englischen Post Office 261
„ XXII. Das System der Lancashire und Cheshire Telephone Company 266

Digitized by Google

Seite

Capitel XXIII. Einschaltung mehrerer Fernsprechstellen in eine und dieselbe Leitung 283
„ XXIV. Telephoniren auf weite Entfernungen 317
„ XXV. Verkehr zwischen zwei entfernten Telephonnetzen; System der Uebertragung und Multipeltelephonie 325
„ XXVI. Oeffentliche Telephonstellen 336
„ XXVII. Einige Hülfsapparate für Central- und Abonnentenstellen 342
„ XXVIII. Verwendung des Telephons im Telegraphenbetrieb . 345
„ XXIX. Telephonische Musikübertragung 348
„ XXX. Verwendung des Telephons für ärztliche Zwecke . 350
„ XXXI. Hughes' Inductionswage 353
„ XXXII. Verwendung des Telephons zu Tauchervorrichtungen und zum Auffinden von Torpedos 358
„ XXXIII. Verwendung des Telephons zur Ermittlung von Fehlern in elektrischen Kabeln 360
„ XXXIV. Verwendung des Telephons zu militärischen Zwecken 362

Dritter Theil.

Das Telephonrecht.

Capitel XXXV. Der gegenwärtige Rechtszustand der Telephonie in den verschiedenen Staaten 370
„ XXXVI. Statistische Nachweise über bestehende Telephonnetze 383

Namenregister 387

Sachregister 389

Digitized by Google

Einleitung.

1. Keine Erfindung der Neuzeit hat sich in solch kurzer Zeit bei uns eingebürgert, hat, als eines der wichtigsten Verkehrsmittel, solch festen Fuss in der ganzen civilisirten Welt gefasst, wie das Telephon. Vor 10 Jahren war das Instrument nur einem engen Kreise von Gelehrten bekannt und im Juli 1877 brachte einer der Verfasser dieses Buches das erste Telephon nach Europa. Im gegenwärtigen Augenblick sind deren 500 000 in täglichem Gebrauch.

Der Gedanke, den Schall auf weitere Entfernung zu übertragen, lässt sich bis in's graue Alterthum zurückführen und fand seine erste practische Ausführung in der Construction des Sprachrohres und in neuerer Zeit in der des Fadentelephons.

Als ein Curiosum führen wir an, dass im Jahre 1667 Robert Hooke, ein englischer Gelehrter, eine Beschreibung davon gab, wie sich mit Hülfe eines straff gespannten, vielwinkligen Drahtes der Schall auf eine bedeutende Entfernung fortpflanzt. Die altmodische Beschreibung lautet folgendermassen:

„Es ist nicht unmöglich ein Geflüster einen Furlong (1/8 engl. Meile) weit zu hören, denn dies ist schon gelungen und vielleicht liegt es in der Natur der Sache, dass sich dieser Furlong verzehnfachen liesse. Obgleich nun einige berühmte Autoritäten es für unmöglich erklärt haben, durch die dünnste Scheibe von Muscovyglas hindurch zu hören, so kenne ich doch einen Weg, vermittelst dessen es leicht genug ist, Jemanden durch eine ellendicke Mauer hindurch sprechen zu hören. Es ist noch nicht genau ermittelt worden, in wie weit sich die „Otacousticons“ (so nennt Hooke die Vorrichtung) verbessern lassen, und wir wissen auch nicht, welch andere Methoden es geben mag, unser Gehör zu schärfen oder den Schall durch andere Körper als die Luft fortzupflanzen; denn dass dies nicht das einzige Medium ist,

Digitized by Google

kann ich dem Leser versichern, indem es mir gelungen ist, mittelst eines gespannten Drahtes den Schall auf eine beträchtliche Entfernung zu übertragen, und zwar in einem Augenblick oder mit einer scheinbar ebenso schnellen Bewegung als die des Lichtes oder wenigstens unvergleichlich schneller als die Fortpflanzung in der Luft, und zwar nicht nur in gerader, sondern in einer vielwinkligen Linie."

In dem „Repository of Arts", September 1, 1821, findet sich die Beschreibung eines Instruments, welches Wheatstone erfand und Telephon nannte. „Wer weiss (sagt derselbe), ob man nicht auf diese Weise die Musik einer im königlichen Theater gegebenen Oper zu gleicher Zeit in den Hanover Square Rooms, der City of London Tavern und selbst der Horn's Tavern, Kensington, wird anhören können, indem sich die Töne dem Gase gleich durch geeignete Leitungen von dem Centrallaboratorium der Musik in Haymarket nach entfernten Theilen der Hauptstadt fortpflanzen und zwar unter solch vortheilhaften Bedingungen, dass dieselben auf dem Wege keine Abschwächung erleiden. Welch herrliche Aussicht für die Kunst, sich Musik zu einem Zehntel der Kosten anlegen zu können, die man selbst darauf verwenden müsste! Und wenn sich die Musik auf diese Art übertragen lässt, warum sollte es uns nicht gelingen, Sprachtöne auf dieselbe Weise zu übertragen?"

2. Dieses Buch befasst sich ausschliesslich mit der elektrischen Sprachübertragung, und der Ursprung dieser Erfindung lässt sich auf das Jahr 1837 zurückführen, zu welcher Zeit der Amerikaner Page das wichtige Factum constatirte, dass ein Magnetstab Töne hervorbringt, wenn man dessen Magnetismus einer Reihe rascher Intensitätsveränderungen aussetzt. Die plötzliche Annäherung der Pole eines Hufeisenmagneten an eine flache Drahtspirale war von einer eigenthümlichen Tonbildung begleitet, welche Page magnetisches Ticken nannte. De la Rive, Gassiot und Marrian [1]) beobachteten dieselbe Erscheinung an einem Stab von weichem Eisen, der von einer Drahtspirale umgeben war, in dem Augenblick, da die Spirale von einem Strom durchflossen ward. Wenn die Unterbrechungen des elektrischen Stromes sehr rasch auf einander folgen, so wird dadurch die Höhe des eben besprochenen magnetischen Tones zwar nicht geändert, aber es tritt dann gleichzeitig noch ein anderer Ton auf, welcher von der Summe der gegen die Eisenatome ausgeübten magnetischen Stösse abhängig ist und gleiche Höhe mit demjenigen hat, welchen der Unterbrechungsapparat selbst bietet.

[1]) Guillemin, „Le Monde Physique". Tome III. p. 730.

Digitized by Google

Diesen Ton, welcher neben dem knarrenden Klirrgeräusch namentlich dann auftritt, wenn der magnetische Longitudinalton des Stabes durch die Art seiner Einklemmung unterdrückt ist, hat Reis, wie wir später sehen werden, zur Construction seines Telephons benutzt.

Im Jahre 1854 veröffentlichte der französische Gelehrte Charles Bourseuil eine Abhandlung über elektrische Sprachübertragung, in welcher er sagt:

„Angenommen, man spräche unmittelbar vor einer beweglichen Platte, biegsam genug um alle durch die Stimme erregten Schwingungen wiederzugeben, und dass diese Platte abwechselnd die Ströme einer galvanischen Batterie öffnete und schlösse, so könnte man in einiger Entfernung eine andere Platte aufstellen, welche die gleichen Schwingungen gleichzeitig ausführte."

„. . . . . Es ist sicher, dass früher oder später die Sprache elektrisch wird übertragen werden. Ich habe Versuche in dieser Richtung angestellt; dieselben bedürfen der grössten Sorgfalt, vieler Zeit und Geduld, allein die annähernden Resultate, die ich erlangt, versprechen einen günstigen Ausgang [1])."

Der wichtigste Fortschritt in elektrischer Sprachübertragung wurde von Philipp Reis in Friedrichsdorf, bei Homburg, gemacht. Derselbe schreibt im Jahre 1868, wie folgt: „Veranlasst hiezu durch meinen Unterricht in der Physik (Reis war Unterlehrer in Garnier's Institut) nahm ich eine Arbeit wieder auf, die ich schon früher begonnen hatte, nämlich mit Bezug auf die Gehörsorgane, und bald hatte ich die Freude, meine Mühe von Erfolg belohnt zu sehen, da es mir gelang einen Apparat zu erfinden, mittelst dessen es möglich ist, die Functionen der Gehörsorgane klar und deutlich zu machen; aber nicht blos dies, sondern auch allerlei Töne in irgend welcher Entfernung mittelst des galvanischen Stromes hervorzubringen. Ich nannte dieses Instrument Telephon [2])."

Dieses Instrument war in erster Linie lediglich für die Uebertragung musikalischer Töne bestimmt, war also, was man ein musikalisches Telephon nennt, und seine Verwendung zur Sprachübertragung war sehr beschränkter Natur, allein es enthielt alle wesentlichen Bedingungen des gegenwärtigen Telephons und wurde ohne allen Zweifel wirklich zur Sprachübertragung verwendet.

3. Keine weiteren Fortschritte sind während der nächsten 16 Jahre in der Frage der Sprachübertragung zu verzeichnen; Verbesserungen

---

[1]) Du Moncel, Applications de l'Électricité, 1854.

[2]) Philipp Reis, by Sylvanus P. Thompson, 1883.

Digitized by Google

im musikalischen Telephon wurden von Yeates und Van der Weyde, Cecil und Leonard Wray gemacht und Instrumente verschiedener Art von Varley, Pollard und Garnier und Elisha Gray construirt; der eigentliche Fernsprecher jedoch wurde erst am 14. Februar 1876 von Graham Bell patentirt; und sonderbarerweise reichte Elisha Gray an demselben Tage ein Patentgesuch für ein ähnliches Instrument ein. Die Prioritätsfrage zwischen Gray und Bell wurde in der Folge der Gegenstand eines Rechtsstreites und endete in einem Vergleich, wornach dieselbe Gesellschaft die Patente der beiden Erfinder erwarb.

Bei Gelegenheit der Zusammenkunft der British Association in 1876 erwähnte Sir William Thomson das Telephon, und bei der nächsten Zusammenkunft derselben gelehrten Gesellschaft in Plymouth im folgenden Jahre wurde das Bell-Telephon zum ersten Male in England von Mr. Preece vorgezeigt und von dem Erfinder selbst näher erklärt. In Deutschland wurde die Wichtigkeit der neuen Erfindung sofort von dem Generalpostmeister, Herrn Dr. Stephan, erkannt. Derselbe liess im Jahre 1877 eine Anzahl Telephone nach Bell'schem Muster anfertigen und sprach sich am 9. November in einem Briefe an den Reichskanzler dahin aus, dass ein neuer höchst wichtiger Verkehrsweg durch das Instrument eröffnet worden sei. Es ist wohl selten, dass sich eine Voraussagung in so kurzer Zeit und so glänzend erfüllt hat, wie dies mit dem Telephon der Fall war.

4. Jedes Telephon besteht aus einem Geber und einem Empfänger. Der Geber ist das Instrument, in welches man hineinspricht und welches zu diesem Zwecke entweder an den Mund gehalten wird oder an welches man den Mund hält. Der Empfänger ist das Instrument, welches an das Ohr gehalten wird und mittelst dessen man die Laute empfängt. In so fern es sich um den Empfänger handelt, so ist das Telephon heutzutage so ziemlich dasselbe, wie es in Bell's Patent beschrieben ist; Veränderungen wurden zwar gemacht, allein mehr mit der Absicht, bestehende Patente zu umgehen als Verbesserungen zu erzielen. Mit dem Geber auf der andern Seite verhält sich die Sache ganz anders. Der ursprüngliche Bell-Geber, welcher identisch mit dem Empfänger war, ist nahezu vollständig von dem Kohlentelephon verdrängt worden, welches den Gebrauch einer Batterie bedingt und heutzutage beinahe ausschliesslich als Geber verwendet wird.

Die Erfindung des Kohlentelephons verdanken wir Edison, der dasselbe im Jahre 1877, kurz nach Bell's Erfindung, construirte. In diesem Instrument liegt die schwingende Platte gegen eine Kohlenscheibe an und der erzielte Effect wurde von Edison einer Veränderung

Digitized by Google

des elektrischen Widerstandes in Folge veränderlichen Druckes zugeschrieben.

Einen weiteren Fortschritt haben wir im Jahre 1878 zu verzeichnen, nämlich die Erfindung des Mikrophons durch Hughes, den Constructeur des bekannten Typendrucktelegraphen. Er bewies, dass die Wirkung des Edison'schen Kohlentelephons nicht dem veränderlichen Druck auf die Kohlenmasse zuzuschreiben ist, sondern den, wenn auch noch so unbedeutenden Aenderungen in der Lage der losen Contacte, welche durch die Einwirkung der Schallwellen auf die Membran hervorgebracht werden. Wir können wohl behaupten, dass wir Hughes die wichtigste Vervollkommnung des Instrumentes verdanken, welches Graham Bell in's Leben gerufen. Die Geber, welche zur Zeit in allgemeinem Gebrauche stehen, nämlich Blake's, Berliner's etc., sind alle auf Grundlage der losen Contacte hergestellt; sie bilden die neuesten Verbesserungen dieses hochinteressanten Apparats und bringen diese einleitenden Worte in so fern zum Abschluss, als sie den Stand der Telephonie zur gegenwärtigen Zeit characterisiren.

Digitized by Google

Erster Theil.

Capitel I.

Schall und Sprache.

5. Der Schall gelangt dadurch zu unserer Empfindung, dass eine Reihe von Luftschwingungen gegen das Trommelfell unseres Ohres anschlagen, und dass diese Schwingungen durch die Nerven dem Gehirn mitgetheilt werden. Der Schall an und für sich ist demnach eine subjective Erscheinung, und die objective, wissenschaftliche Grundlage der Lehre von der Akustik bildet diejenige periodische Störung der Materie, welche sich in Form von Wellenbewegungen äussert und einfache harmonische Gesetze befolgt.

Eine Schallschwingung oder Schallwelle hat drei bestimmte characteristische Eigenschaften: Höhe, Stärke und Klangfarbe. Die Höhe eines Tones hängt von der Anzahl der Schwingungen ab, welche von dem schwingenden Körper per Secunde ausgeführt werden und während dieser Zeit zur Uebertragung gelangen. Die Stärke hängt von der Weite (Amplitude) und die Klangfarbe von der Form dieser Schwingungen ab. Die Klangfarbe der musikalischen sowohl als der Sprachlaute, und folglich auch die Articulation der Sprache, ist bedingt durch das gleichzeitige Vorhandensein einer gewissen Anzahl von Componenten des Grundtones, welche Obertöne genannt werden, und die Resultante dieser Obertöne bildet die spracherzeugende Welle [1]).

Vocale und Consonanten sind zusammengesetzte musikalische Töne, durch Combination der Obertöne erzeugt. Der erste Oberton, welcher die Höhe des ganzen bedingt, wird die Prime genannt und

[1]) Müller, Lehrbuch der Physik. Vol. I. p. 461.

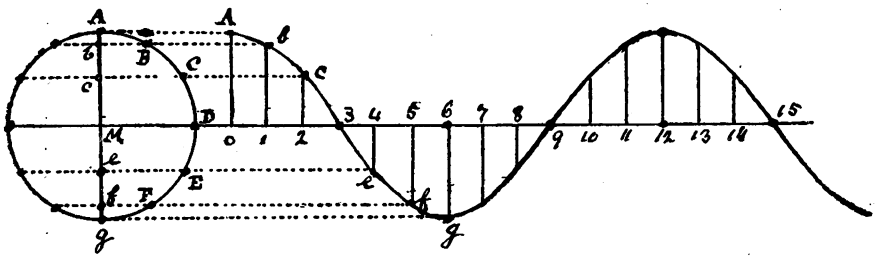
Digitized by Google

die übrigen die höheren Obertöne. Die letzteren sind zahlreich, so z. B. sind acht Obertöne nöthig, um den Vocal o hervorzubringen. Desshalb ist auch die Form der Schallwellen äusserst complicirt, und man darf es geradezu wunderbar nennen, dass der Fernsprecher dieselbe reproduciren kann.

6. Angenommen, wie es wirklich der Fall ist, dass die Schwingungen eines tönenden Körpers oder die Vibrationen der Lufttheilchen denjenigen eines Pendels gleichen, d. h. dass sie die gleichen Gesetze befolgen wie die Schwingungen einer Stimmgabel, so können wir diese Schwingungen graphisch durch die Curve in Fig. 1 darstellen.

Angenommen, ein Lufttheilchen P schwinge in der Richtung der Linie A g um seine Ruhelage M zwischen den Grenzen A und G, d. h. dasselbe, von A ausgehend, begebe sich nach g und kehre dann nach A zurück und habe während der Schwingung nach $^1/_{12}$, $^2/_{12}$,

Fig. 1.



$^4/_{12}$, $^5/_{12}$ der ganzen Schwingungsdauer T die Punkte b, c, e und f erreicht. Errichten wir nun eine Senkrechte zu A g und tragen auf derselben von M aus gleiche Zeiträume auf, die wir mit 0, 1, 2, 3, 4 etc. bezeichnen, und von welchen jede demnach $^1/_{12}$ T entspricht; in den Punkten 0, 1, 2, 3, 4 etc. errichten wir ferner eine Senkrechte zu M D und tragen auf derselben den der Entfernung des schwingenden Körpers von M entsprechenden Werth auf, so z. B. in

0 die Länge $0A = MA = a \cos 0$
1 „ „ $1b = Mb = a \cos 30°$
2 „ „ $2c = Mc = a \cos 60°$
3 „ „ $0 = 0 = a \cos 90°$
4 „ „ $4e = Me = a \cos 120°$

und allgemein ausgedrückt: $x = a \cos \Theta$ $(a = Ma)$.

Die Curve, welche man durch die Punkte A, b, c, 3, e, f, g etc. zieht, ist die Schwingungscurve eines pendelförmig schwingenden Körpers, der das Gesetz der einfachen harmonischen

Digitized by Google

Bewegung befolgt, und wird Sinuscurve genannt. — Die Entfernung zwischen den zwei höchsten Punkten einer Welle ist die Wellenlänge, der senkrechte Abstand des höchsten Punktes einer Welle von der Gleichgewichtslage die Weite oder Amplitude der Welle; die Zeit T, welche das Molekül P gebraucht, um seine Schwingung zu vollenden, ist die Schwingungsdauer. Die Amplitude und die Schwingungsdauer sind vollständig unabhängig von einander. Das schwingende Molekül führt dieselbe Anzahl von Schwingungen per Secunde aus, ob die Amplitude seiner Excursion gross oder klein ist. Diese gleichförmige Schwingungsdauer für alle Amplituden heisst Isochronismus. Wenn man eine Stimmgabel in Schwingung versetzt, so hängt deren Note oder Höhe lediglich von der Anzahl der Excursionen ab, welche sie in der Secunde macht, während die Tonstärke von der grösseren oder kleineren Ausdehnung dieser Excursionen, mit anderen Worten, von der Amplitude bedingt wird. Wir finden desshalb, dass, während die Note selbst sich nicht verändert, deren Stärke in dem Masse abnimmt, als sich die Amplitude verringert.

Eine einfache harmonische Curve (Fig. 1) dieser Art lässt sich in Wirklichkeit darstellen, indem man eine Stimmgabel von beträchtlicher Grösse mit einem Stifte versieht und unter demselben, senkrecht zur Schwingungsebene, einen Papierstreifen mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortzieht.

7. Die Bewegung eines schwingenden Körpers kann jedoch bei gleicher Schwingungsdauer und gleicher Amplitude irgend welche andere Form ausser der durch obige Curve dargestellten annehmen. Was aber auch diese Form sein mag, sie lässt sich in ähnlicher Weise durch eine Curve ausdrücken, indem man wie in Figur 1 auf einer horizontalen Linie Distanzen aufträgt, welche der seit dem Beginn der Schwingung verflossenen Zeit proportional sind, ferner die Ordinaten der jeweiligen Entfernung des schwingenden Moleküls von seiner Gleichgewichtslage proportional macht und schliesslich die so erhaltenen Punkte durch eine Curve verbindet.

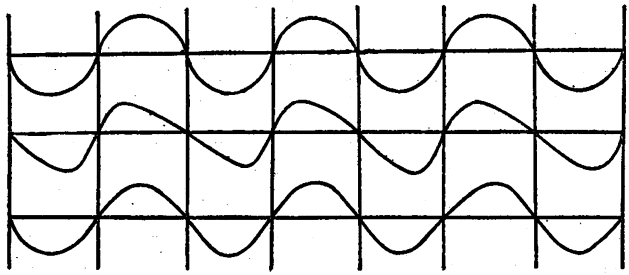
Figur 2 stellt drei verschiedene Schwingungscurven dar, welche gleichen Schwingungsdauern und Amplituden entsprechen. Die oberste Curve stellt eine einfache Pendelbewegung dar, während die beiden anderen einer Bewegung entsprechen, die von dem Schwingen eines Pendels abweicht. Dieser Verschiedenheit in der Form der Schwingung ist die Verschiedenheit der Klangfarbe zuzuschreiben.

8. Die Schwingungen eines tönenden Körpers erzeugen in der denselben umgebenden Atmosphäre eine Wellenbewegung, welche sich

Digitized by Google

dadurch fortpflanzt, dass successive Luftmoleküle ähnliche Schwingungen wie der oscillirende Körper selbst ausführen. Wenn eine Stimmgabel in der Luft schwingt, so theilt sie derselben eine Anzahl Stösse mit, deren jeder die Dichte und den Druck unmittelbar vor der Stimmgabel momentan vergrössert, während eine entsprechende Verringerung unmittelbar hinter der Gabel eintritt. In dem Masse, als die Zinken in verschiedenen Richtungen ausgreifen, entstehen abwechselnde Zusammendrückungen und Ausdehnungen der umgebenden Luftschichte. Jeder zusammengedrückte Theil sucht sich durch Ausdehnung in der unmittelbaren Nähe schadlos zu halten, übt seinerseits auf die nächsten Luftmoleküle einen Druck aus, und so werden diese Zusammendrückungen und Ausdehnungen in der Luft fortgepflanzt und bilden eine Wellenbewegung, deren Dauer mit den Schwingungen der Stimmgabel übereinstimmt. Wenn die Schall-

Fig. 2.



schwingungen im offenen Raume stattfinden, so muss sich die Amplitude nach und nach verringern, und der Ton verklingt. Wenn die Luftwellen gegen eine Membran irgend welcher Art anschlagen, so theilen sie derselben die Schallschwingungen mit, und Schwingungen von gleicher Dauer und gleicher Form von Seiten der Membran sind die Folge: die Membran wird zum tönenden Körper. Wenn demnach der tönende Körper selbst nach Art eines Pendels schwingt, so müssen die Schwingungen der Luftmoleküle, welche den Ton fortpflanzen, dasselbe einfache harmonische Gesetz befolgen. — Eine Verschiedenheit in der Schwingungsform eines tönenden Körpers verursacht eine ähnliche Modification in der Schwingungsform der Lufttheilchen, durch deren Oscillation der Ton dem Ohre übermittelt wird. Die Verschiedenheit der Klangfarbe hat demnach in der Verschiedenheit der Schwingungsform der Schallwellen ihren Grund, welche an unser Ohr gelangen.

Digitized by Google

Die Theorie der Vocallaute, die zuerst von Helmholtz aufgestellt wurde, ist durch spätere Untersuchungen [1]) auf's glänzendste bestätigt worden. Die Bildung der Consonanten befolgt dieselben Gesetze, und die Verschiedenheit in der Klangfarbe verschiedener Stimmen oder die Verschiedenheit in Aussprache und Betonung, welche die menschliche Stimme characterisirt, ist durch die Form der von dem einzelnen Individuum hervorgebrachten Schallschwingungen bedingt und hängt somit von der Anzahl und Beschaffenheit der Obertöne ab, welche den Grundton in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit des Mundes, der Lippen, der Zähne begleiten.

Wir haben bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung über die Natur der Zischlaute. Von allen Lauten sind dies die schwierigsten, wo es sich um telephonische Uebertragung handelt, man könnte sogar die Möglichkeit ihrer vollständigen Reproduction bezweifeln. Die Abgrenzung des Luftraumes, in welchem sie erzeugt werden, durch eine Membran scheint dieselben zu zerstören. Sie haben wohl etwas mit der Natur der Brandung in einer Wasserwelle gemein, haben jedoch noch keine theoretische Erklärung gefunden. Ihre Wirkung im Theater ist wohl bekannt, und ein kräftiges Zischen gewinnt dort die Oberhand über Töne der allerverschiedensten Art. Ein Peitschenknall ist ein Ton ähnlicher Art, von dessen telephonischer Uebertragung wir keine Kenntniss besitzen.

9. Nun ist es die Aufgabe des Telephons, die Kraft dieser Schallschwingungen an einem gewissen Orte in elektrische Kraft umzusetzen, die sich anderwärts in magnetischen Anziehungen und Abstossungen äussert, welch letztere sich wiederum in Schallschwingungen umsetzen und auf diese Art die ursprünglichen Laute reproduciren.

Im practischen Telephon nehmen demnach die elektrischen Ströme die Gestalt einer Sinuscurve an und befolgen das einfache harmonische Gesetz.

Die Aufgabe des Telephons lässt sich desshalb als die der elektrischen Uebertragung harmonischer Schwingungen bezeichnen.

Diese Schwingungen lassen sich, wie wir oben gezeigt, graphisch durch eine Curve darstellen, und die elektrischen Ströme, wenn sie diese Schwingungen reproduciren sollen, müssen sich, was ihre Bewegungsform betrifft, einem ähnlichen Gesetze anpassen oder mit anderen Worten, sie müssen sich graphisch durch ähnliche Curven darstellen lassen.

---

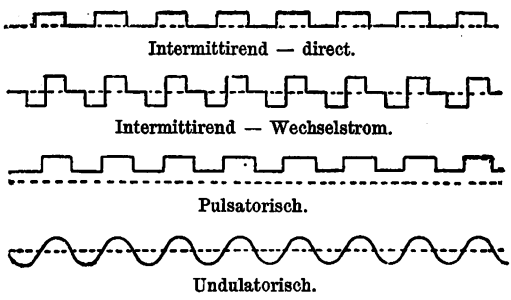
[1]) Preece & Stroh, Studies in Acoustics, Proc. Royal Society, Nr. 193. 1879.

Digitized by Google

Die einfachste Art von Strom ist diejenige, welche zur telegraphischen Uebertragung verwendet wird, wo eine Anzahl längerer oder kürzerer Striche durch das Niederdrücken eines Morsetasters dadurch erzeugt werden, dass man den Batteriestrom für längere oder kürzere Zeit unterbricht.

Solch ein intermittirender Strom lässt sich graphisch durch die Fig. 3 darstellen, in welcher die kleinen Vierecke der ersten Linie einen in der gleichen Richtung fliessenden, intermittirenden Strom darstellen, während die Vierecke der zweiten Linie einen intermittirenden Strom anzeigen, welcher abwechselnd in einer positiven und negativen Richtung fliesst. Ströme dieser Art werden für musikalische Telephone verwendet, sie reproduciren einfache musikalische Laute in ihrer ursprünglichen Höhe, ohne Klangfarbe. Sie eignen sich nämlich nur dazu, die Anzahl

Fig. 3.



der Luftschwingungen zu übertragen, welcher sie ihren intermittirenden Character verdanken.

Eine zweite Art Strom, den man „pulsatorisch" nennt, entsteht, indem man auf irgend eine Weise die Stärke eines continuirlichen Stromes ändert; diese pulsatorischen Ströme werden ebenfalls für das musikalische Telephon verwendet und können Töne von wechselnder Stärke, aber nicht die Klangfarbe übertragen.

Wird schliesslich ein continuirlicher Strom nicht plötzlich und stossweise, sondern allmälig auf- und absteigend in seiner Stärke geändert, so entsteht ein Wellen- (undulatorischer) Strom; die fliessende Elektricität wird so zu sagen in eine Wellenbewegung versetzt, und die Wellen werden gebildet, nicht durch die Entstehung eines Stromes oder dessen Ab- und Zunahme, sondern durch Aenderungen der Stromstärke innerhalb bestimmter Grenzen und in bestimmter Form. Diese Ströme lassen sich vortheilhaft für telephonische Zwecke

Digitized by Google

verwenden und fanden in dem Reis'schen Telephon practische Anwendung. Die mit diesem Instrument erzielte Reproduction der Schallwellen war jedoch äusserst mangelhaft und wir bedürfen solcher Ströme, welche sich den Gesetzen der harmonischen Bewegung anpassen, welche in Fig. 1 graphisch dargestellt ist. Ströme dieser Art erhalten wir, indem wir directe Batterieströme in Inductionsströme verwandeln, wie dies bei dem Mikrophon der Fall ist, oder indem wir, wie bei dem Bell-Telephon, magnetische Inductionsströme erzeugen.

Capitel II.

Induction.

10. Der elektrische Strom ist in allen Fällen von gewissen magnetischen Eigenschaften begleitet, welche von der Richtung des Stromes, dessen Stärke und der Geschwindigkeit seiner Ab- und Zunahme bedingt sind. Die Richtung eines Stromes wird dem allgemeinen Gebrauche gemäss als positiv bezeichnet, wenn derselbe vom Kupferzum Zinkpole ausserhalb eines Daniell'schen Bechers fliesst. Die Stärke eines Stromes wird durch die Intensität der magnetischen Wirkung gemessen, welche derselbe in seiner nächsten Umgebung ausübt; die Geschwindigkeit der Variation der Stromstärke wird durch gewisse inductive Effecte gemessen, welche den Gegenstand dieses Capitels bilden.

Die unmittelbare Umgebung eines elektrischen Stromes ist ein magnetisches Kraftfeld und Faraday hat gezeigt, dass wir die Intensität und Richtung dieses magnetischen Feldes bestimmen können, indem wir annehmen, dasselbe sei von Kraftlinien durchkreuzt, deren Anzahl per Raumeinheit, senkrecht zu ihrer Richtung, der Intensität der magnetischen Kraft im Felde proportional ist und deren Richtung diejenige ist, welche ein äusserst kleiner in dem Felde gelegener Nordpol einschlagen würde. Der ganze, einen Leiter umgebende, von einem Strome durchflossene Raum lässt sich demnach durch Kreise veranschaulichen, deren Mittelpunkte auf der Achse des Leiters liegen, und wenn der positive Strom dem Leiter entlang und von dem Beobachter hinweg fliesst, so wird ein Nordpol in irgend einer dieser geschlossenen Curven sich in der Richtung der Uhrzeiger bewegen, die dem Beobachter gegenüber sich befinden. Ein Südpol wird sich natürlicherweise in entgegengesetzter Richtung be-

Digitized by Google

wegen, und die beiden Magnetpole in der Nähe eines geradlinigen Leiters werden demnach durch zwei entgegengesetzte Kräfte beeinflusst, welche sich bestreben, den Magnet rechtwinklig zur Stromrichtung und tangential zur Kraftlinie zu stellen. Wir sind dadurch in den Stand gesetzt, sofort die Richtung zu bestimmen, in welcher ein Magnet durch den Strom abgelenkt wird, und ferner auch die Art und Weise der Magnetisirung eines Eisenstabes anzuzeigen, denn wenn wir uns eine kreisförmige Kraftlinie als Leiter vorstellen und den geradlinigen Leiter als Eisenstab, so wird ein positiver, in der Richtung der Uhrzeiger fliessender Strom einen von dem Beobachter abgewandten Nordpol induciren.

Nun sind aber Ströme sowohl als magnetische Kraftfelder derartig bestellt, dass irgend welche Aenderung im Strome eine Aenderung im Kraftfelde und jede Aenderung im magnetischen Felde eine Aenderung im Strome hervorbringt. Wir können demnach den Satz aufstellen: Wenn ein in einem geschlossenen Stromkreise befindlicher Leiter das magnetische Kraftfeld in einer zu den Kraftlinien senkrechten Richtung durchschneidet, so wird ein Strom in diesem Leiter inducirt, dessen Stärke der Intensität des magnetischen Kraftfeldes und der Geschwindigkeit proportional ist, mit welcher der Leiter das Kraftfeld durchschneidet, und umgekehrt: Wenn der Leiter befestigt ist und die Kraftlinien sich rechtwinklig zum Leiter durch das Kraftfeld bewegen, so wird ein Strom im Leiter inducirt, dessen Stärke der Intensität des Kraftfeldes und der Geschwindigkeit proportional ist, mit welcher sich die Kraftlinien durch das Feld bewegen. Induction ist somit das Resultat der Bewegung des Leiters sowohl als der Kraftlinien.

11. Hieraus ergeben sich zwei Arten der Induction:

1) Die Stromänderungen in einem primären Leiter bringen secundäre Ströme (Inductionsströme) in einem naheliegenden oder secundären Leiter hervor — elektrodynamische oder Strominduction.

2) Veränderungen im magnetischen Kraftfeld bringen Ströme in einem in dem Kraftfeld befindlichen Leiter hervor — magnetoelektrische Induction. Die letztere Wirkung wird erzielt entweder durch die Bewegung eines permanenten oder eines Elektromagnets, oder durch die Bewegung eines stromdurchflossenen Leiters, oder durch die Bewegung eines Magnetankers (Magnetarmatur).

Die Richtung des secundären (inducirten) Stromes wird durch das Lenz'sche Gesetz bestimmt, welches lehrt, dass ein solcher Strom Wirkungen hervorbringt, welche sich der Bewegung des primären Inductors widersetzen. Irgend eine plötzliche Verstärkung des primären

Digitized by Google

Stromes inducirt demnach einen secundären Strom von entgegengesetzter Richtung und irgend eine Schwächung inducirt einen secundären Strom der gleichen Richtung. In ähnlicher Weise inducirt die plötzliche Annäherung des primären Stromes an den secundären Stromkreis einen secundären Strom entgegengesetzter Richtung, und die plötzliche Entfernung des primären Stromkreises einen secundären Strom der gleichen Richtung. Diese beiden Wirkungen haben ihren Grund darin, dass der secundäre Stromkreis von magnetischen Kraftlinien nach einer dem Lenz'schen Gesetz entsprechenden Richtung durchschnitten wird und die Wirkungen äussern sich, ob die magnetischen Kraftlinien einem Magnet oder einem Strome ihre Entstehung verdanken. — Es entstehen Ströme in einem im magnetischen Kraftfeld befindlichen geschlossenen Stromkreis, sobald eine Aenderung irgend welcher Art in der Intensität des Kraftfeldes stattfindet.

12. Die wirksamste Art secundäre Ströme zu erzeugen ist mittelst einer Inductionsspule. Diese besteht gewöhnlich aus einem von einem Bündel weicher Eisendrähte gebildeten Kern, der sich in der kürzesten Zeit magnetisiren und ebenso schnell entmagnetisiren lässt. Dieser Kern ist mit einem dicken primären Draht von geringem Widerstand umwickelt, welch letzterer seinerseits von einem feinen secundären Draht von hohem Widerstand umgeben ist. Das Verhältniss des primären zum secundären Strom, angenommen beide Drähte wären von demselben Durchmesser, hinge einfach von deren relativer Länge ab, oder von der Anzahl der von jedem Drahte gemachten Windungen; sind jedoch die Durchmesser der beiden Drähte verschieden, so ist das Verhältniss abhängig von dem Product der Anzahl der Windungen mit dem Widerstand. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die Kräfte in den primären und secundären Stromkreisen sich nahezu gleich kommen, in der That würden dieselben in einem theoretisch vollkommenen Inductorium gleich sein. In Folge von mechanischen und magnetischen Unvollkommenheiten kann diese Gleichheit jedoch niemals vollständig erreicht werden.

Die vom Strom geleistete Arbeit a in einer Spule lässt sich zu irgend einer Zeit ausdrücken durch das Product der Elektromotivkraft (E) an den Endpunkten der Spule und der Stromstärke (J):

$$a = EJ.$$

Hieraus ergibt sich für eine theoretisch vollkommene Spule:

$$E_1 J_1 = E_2 J_2 \text{ oder}$$
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{J_2}{J_1}.$$

Digitized by Google

Bezeichnen wir mit e die Elektromotivkraft einer Drahtwindung in beiden Spiralen, und nehmen wir an, dass dieselbe für jede Windung die gleiche sei; bezeichnen wir ferner die Anzahl der Windungen mit n, so haben wir:

$$E_1 = n_1 e$$
$$E_2 = n_2 e \text{ und demnach}$$
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{J_2}{J_1} = \frac{n_1}{n_2},$$

so dass wir das Verhältniss der Elektromotivkraft und der Stromstärke nach Belieben reguliren können, indem wir die relative Anzahl der Drahtwindungen ändern. Vermehren wir demnach die Anzahl der Windungen im secundären Stromkreis und vergrössern dadurch seinen Widerstand, so können wir die Stromstärke beliebig klein und die E.M.F. (Elektromotivkraft) beliebig gross machen. Dies erklärt die ausserordentliche Wirkung des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates.

13. Eine bemerkenswerthe Ursache, welche theoretischer Vollkommenheit störend entgegenwirkt, ist das Vorhandensein eines untergeordneten Effects, der sich magneto-elektrischer Trägheit zuschreiben lässt. Wenn wir einen Strom durch eine Drahtspirale leiten und eine Windung dieser Spirale betrachten, so finden wir, dass in dieser Windung sich ein magnetisches Kraftfeld bildet, welches Kraftlinien durch alle die übrigen Windungen der Spirale in solcher Richtung sendet, dass eine dem ursprünglichen Strome entgegengesetzte E.M.F. entsteht. In jeder einzelnen Windung äussert sich dieselbe Wirkung, und hieraus ergibt sich schliesslich eine dem ursprünglichen Strome entgegengesetzte totale E.M.F., welche dem Quadrat der Anzahl der Windungen (n^2) proportional ist. Wenn der ursprüngliche Strom aufhört, so findet die umgekehrte Wirkung statt, die E.M.F., welche durch die Bewegung der Kraftlinien in der entgegengesetzten Richtung erregt wird, wirkt in derselben Richtung als der ursprüngliche Strom und verlängert dessen Dauer. Dieser untergeordnete Effect wird Selfinduction genannt, verzögert die Geschwindigkeit der Stromzunahme am Anfange, und die der Stromabnahme am Ende des Stromverlaufs und übt hiedurch einen beträchtlichen Einfluss auf die Erzeugung secundärer (inducirter) Ströme aus. Die Selfinduction wird in einem bedeutenden Grade durch die Beschaffenheit und die Masse des Eisens beeinflusst, und aus diesem Grunde verwendet man Bündel von weichem Eisendraht, um ein schnelles Verschwinden des magnetischen Feldes zu bewirken.

Digitized by Google

Der Einfluss der Selfinduction macht sich hauptsächlich bei periodischen Strömen von schnellem Wechsel bemerkbar, und wir werden im Verlaufe unseres Gegenstandes finden, dass dieselbe die Deutlichkeit telephonischer Wiederholung störend beeinflusst und die Wirksamkeit des Telephons bedeutend verringert. Dieser Einfluss beschränkt sich nicht auf eine Spirale oder auf diesen speciellen Apparat (Inductorium); in keinem Stromkreis lässt sich ein Strom augenblicklich in seiner Maximalstärke erhalten oder kann derselbe plötzlich zum Verschwinden gebracht werden. Die Selfinduction verringert demnach die Anzahl der Ströme, die sich in der Secunde übertragen lassen. Jeder Stromkreis hat einen Coefficienten der Selfinduction, den wir L nennen, und eine Zeitconstante $\frac{L}{R}$, nach welcher wir den Effect elektromagnetischer Trägheit berechnen können. Die sich bildende entgegengesetzte E.M.F. wirkt als ein Widerstand und wird manchmal scheinbarer Widerstand genannt; sie unterscheidet sich jedoch von dem wirklichen elektrischen Widerstand dadurch, dass sie keine Kraft durch Erhitzung verbraucht, dass sie die Kraft vielmehr aufspeichert und zu einer potentiellen macht. Eine Inductionsspule, welche periodische Ströme leitet, wird hiedurch so zu sagen verstopft, und wir werden in der Folge sehen, wie dieser scheinbar schadhafte Effect in der Praxis verwerthet wird.

Capitel III.

Das Bell-Telephon.

14. Telephone ohne Ausnahme bestehen aus zwei bestimmten Theilen:

1) dem Geber, welcher die Kraft der Schallschwingungen der gesprochenen Worte in periodische Ströme umsetzt, die sich der Leitung mittheilen;

2) dem Empfänger, welcher, wie der Name sagt, die periodischen Ströme aufnimmt und dieselben wieder in Schallschwingungen umsetzt, die zu dem Ohr des Hörers gelangen.

Die characteristischen Eigenschaften der magnetischen Telephone sind erstens: die absolute Identität des Gebers und Empfängers, und zweitens: die Thatsache, dass diese Instrumente ein vollständiges magnetisches System darstellen, welches ohne Batterie betrieben wird.

Das erste und einfachste aller magnetischen Telephone ist das

Digitized by Google

Bell-Telephon. Die ursprüngliche Form dieses Instruments, construirt von Professor Graham Bell im Jahre 1876, ist in Fig. 4 dargestellt [1]).

Eine Harfe von Stahlsaiten war mit den Polen eines permanenten Magnets NS verbunden. Wenn irgend eine der Saiten in Schwingungen versetzt wurde, so wurden durch die Störung des magnetischen Feldes, in welchem sich der Elektromagnet E befindet, undulatorische (Wellen-) Ströme in den Windungen des letzteren erregt, die sich durch die Leitung L dem Elektromagnet E' mittheilen. Hiedurch wird eine Aenderung der Intensität des Magnetismus in letzterem bewirkt, die sich durch Anziehung derjenigen Saite der Harfe H' bemerklich macht, welche mit der schwingenden Saite von H im Einklang ist. Und nicht nur wird die Saite angezogen, sondern die Schwingungsweite der einen Saite bedingt diejenige der zweiten, denn die Intensität des inducirten (secundären) Stromes wurde durch die Weite der störenden Schwingung bedingt, so dass die Weite der Schwingung an der Empfangsstelle von der Intensität der inducirten Ströme abhing. Wenn man in ein Klavier hineinsingt, so werden gewisse Saiten des Instruments mit verschiedener Schwingungsweite in Vibration versetzt, und ein dem angesungenen Vocale sich annähernder Ton entsteht im Klavier. Aus theoretischen Betrachtungen geht hervor, dass ein Klavier, das eine bedeutend grössere Anzahl von Saiten per Octave besässe, die Vocallaute mit vollkommener Genauigkeit wiedergeben würde, und auf dieser Grundlage hat Bell sein erstes Telephon construirt. Die Herstellungskosten eines solchen Apparates jedoch bewogen Bell, eine Vereinfachung anzustreben, ehe er weitere Schritte in dieser Richtung that. Nach vielen, mehr oder weniger erfolgreichen Versuchen gelang es ihm, das Instru-

Fig. 4.

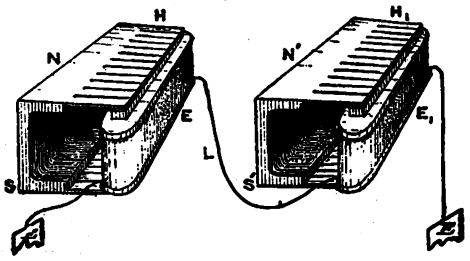
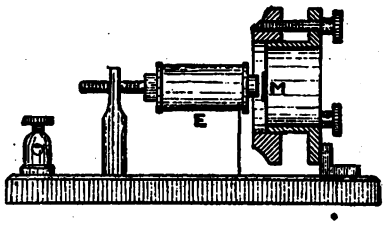


Fig. 5.



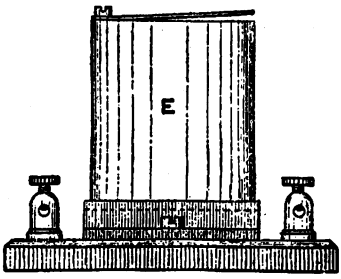
[1]) Journal of the Society of Telegraph Engineers, 1877, Oct. 31, p. 403.

Digitized by Google

ment herzustellen, welches in den Figuren 5 und 6 dargestellt ist und im Jahre 1876 in Philadelphia ausgestellt wurde. Der Geber dieses Apparates (Fig. 5) bestand aus einem von einem Strom durchflossenen Elektromagnet E und einer Membran M von Goldschlägerhaut, die mit einer dünnen Eisenplatte armirt war. Wenn die Membran durch Schallwellen in Schwingungen versetzt wurde, so vibrirte die dem Elektromagnet entgegengesetzte Eisenplatte.

Der Empfänger (Fig. 6) bestand aus einem senkrechten, einspuligen Elektromagnet E', der in eine Röhre von weichem Eisen eingeschlossen war. Auf letzterer war mittelst einer Schraube ein dünnes, leicht gebogenes Eisenblech von der Dicke starken Papiers angebracht, das als Membran diente; der Fuss der Röhre ruhte auf einem dünnen Resonanzboden.

Fig. 6.



Es muss jedoch hier bemerkt werden, dass der beschriebene Apparat kein magnetisches Telephon war; denn eine Batterie von mehreren Elementen war in den Stromkreis eingeschaltet. Nichtsdestoweniger that derselbe ausgezeichnete Dienste, indem er Bell und seinen Freund Watson in den Stand setzte, wichtige Versuche über telephonische Uebertragung anzustellen.

15. Nach zahlreichen Versuchen, die genauere Wirkung jedes einzelnen Theiles der oben beschriebenen Combination zu bestimmen, wurde die Goldschlägerhaut des Apparates (Fig. 5) vollständig bei Seite gesetzt und eine einfache Eisenplatte benützt, und ferner — und dies ist der wichtigste Punkt in dem verbesserten Apparate — ersetzte Bell die Batterie durch einen permanenten Magnet zur Herstellung des magnetischen Feldes. Diese Idee, wie aus seinem ersten Telephon hervorgeht, scheint ihm in der That ursprünglich vorgeschwebt zu haben.

In seiner neuen Form bestand das Telephon aus einem permanenten Stabmagnet, mit einer Spule von feinem Draht an einem Ende, und hinter einer eisernen Membrane in einem hölzernen Kästchen auf angemessene Art befestigt. Ein Apparat von bedeutend stärkerer Wirkung wurde erzielt, indem man den stabförmigen Magnet durch einen kräftigen Hufeisenmagnet zusammengesetzter Art ersetzte. Wie aus den Figuren 7 und 8 ersichtlich ist, so trägt jeder Polschuh

Digitized by Google

eine kleine Spule B, B′, und die Membran M, eine dünne Blechplatte, ist unmittelbar vor den Spulen an einem Mundstück E angebracht, welches konisch ausgedreht ist und in der Mitte eine runde Oeffnung hat. Die Lage des Magnets A lässt sich durch das Lockern der Klampen C′C′ reguliren. Dieses, das erste praktische magnetische Telephon, wurde am 12. Februar 1878 in dem Essex Institute in Salem, Massachusetts, ausgestellt, und bei dieser Gelegenheit hörte das dort versammelte Publikum eine kurze Rede, welche in einer Entfernung von 16 englischen Meilen zu Boston in ein ähnliches Instrument hinein-

Fig. 7.

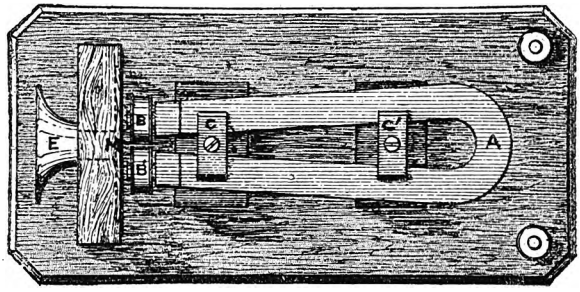
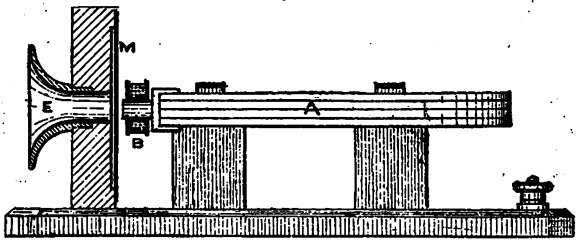


Fig. 8.



gerufen wurde, während das enthusiastische Beifallsrufen des Salemer Publikums deutlich in Boston gehört wurde.

16. Ein kurzer Schritt führt von dem in Figuren 7 u. 8 dargestellten Instrument zu der gegenwärtigen Form des Telephons (Fig. 9), welches in der That nichts weiteres als eine tragbare Modification des älteren Apparates vorstellt. Ein Stabmagnet ist in einen Handgriff eingeschlossen, und es ist für eine bequemere Form von Mundstück gesorgt. Professor Peirce von Brown University, Providence, Rhode Island, erfand dies letztere (Fig. 9) und zeigte auch, dass die zur Anwendung kommenden Magnete ausserordentlich klein sein dürfen.

Digitized by Google

Das Instrument in seiner neuesten Gestalt besteht aus einer Hülse CU aus Holz oder Ebonit, welche den der schwingenden Platte p (Membran) entgegengesetzten Magnet einschliesst, und zu gleicher Zeit als Handgriff des Instrumentes dient. Mittelst einer am Ende des Handgriffs angebrachten Schraube S mit Schraubenkopf d lässt sich die Membran dem Magnet nähern oder von demselben entfernen und in dieser Vorrichtung besteht die Regulirung des Apparates.

Der Magnet a ist ein sechsseitiger permanenter Magnet von bestem Stahle, ungefähr 11.5 cm lang und 1.3 cm im Durchmesser. Auf dem flachabgedachten Ende N ist eine kleine Spule b angebracht, welche mit

Fig. 9.

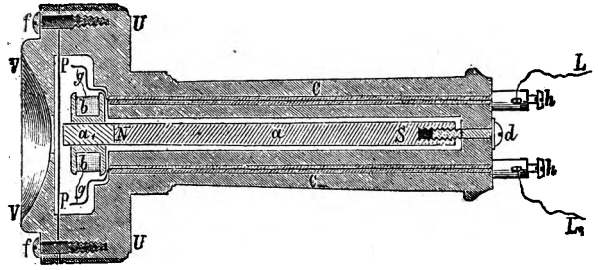
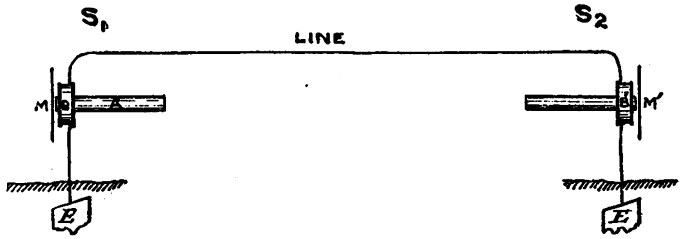


Fig. 10.



isolirtem Kupferdraht von etwa 40 Ohm Widerstand umwickelt ist. Die Enden der Drahtwindungen dieser Spule sind bei gg an zwei zu den Klemmschrauben hh am Ende der Hülse führenden Drähten verlöthet. Die schwingende Platte hat im freien Zustande einen Durchmesser von 5 cm und eine Dicke von 0.25 zu 0.5 mm und ist von Eisenblech, das entweder verzinnt oder mit Firniss überzogen ist, um es gegen Rosten zu schützen. Das Mundstück V ist mittelst der Schrauben ff auf der Hülse angeschraubt und dient zugleich zur Befestigung der Membran.

17. In kurzen Worten functionirt das Telephon auf folgende Weise: Die Eisenplatte wirkt als eine Art Magnetanker, und jede Be-

Digitized by Google

wegung, welche derselben mitgetheilt wird, verändert das magnetische Kraftfeld, in welchem sich die auf dem Ende des Magnetstabs angebrachte Drahtspirale befindet. Die Bedingungen für einen vollkommenen Stromkreis sind in Fig. 10 dargestellt.

Wenn man vor dem Mundstück des Telephons S_1 spricht, so wird die Platte M in Schwingungen versetzt; diese schwingenden Bewegungen verändern das Kraftfeld des Magnets A und erzeugen dadurch Ströme in der Drahtspirale am Ende des Magnets. Das Telephon ist in der That ein wirklicher Elektricitätserzeuger und zwar ein Erzeuger von wunderbarer Empfindlichkeit, welcher die Intensität und die Gestalt der von ihm erzeugten periodischen Ströme in solcher Art verändert, dass dieselben sich den mannigfaltigen und complicirten Wellenbewegungen articulirter Töne anpassen. Die periodischen oder Wellenströme, welche auf diese Art in dem einen Telephon durch die Schwingungen der Eisenplatte entstehen, werden zu einem zweiten Telephon S_2 geleitet und dort in Schallschwingungen zurückverwandelt. Wenn diese periodischen Ströme die Drahtspirale B' des Empfängers in einer dem Magnetismus günstigen Richtung durchfliessen, so verstärken sie denselben, während Ströme entgegengesetzter Richtung vermindernd wirken; die Eisenmembran folgt aufs Genaueste diesen Aenderungen des Magnetismus, sie nähert sich der Spule, wenn die magnetische Kraft sich vermehrt, sie entfernt sich von der Spule, wenn sich diese Kraft verringert, und in Folge dieser wellenförmigen Schwankungen, die in aller Wahrscheinlichkeit noch durch molekulare Störungen unterstützt werden, schwingt die Eisenplatte des Empfängers im Einklang mit der Membran des Gebers und reproducirt auf diese Art die ursprünglichen Schallschwingungen, wenngleich mit merklich verringerter Intensität.

Das Telephon veranschaulicht auf die schönste und treffendste Weise die Einheit und das Gleichgewicht der Naturkräfte — ein Gleichgewicht, das so genau eingehalten ist, dass keine Veränderung, sei sie auch noch so unbedeutend, in einer dieser Kräfte stattfinden kann, ohne dass sich eine entsprechende Veränderung in den anderen äussert. Die durch Schallschwingungen verursachte mechanische Wirkung ist äusserst gering, und dennoch bringt das Telephon das Echo dieser Wirkung in einer Entfernung von mehreren hundert Meilen wieder hervor.

18. Die ausserordentliche Empfindlichkeit des Bell-Telephons geht aus dem folgenden Versuche des Dr. Werner Siemens hervor[1]):

[1]) Dr. Werner Siemens, Monatsberichte der Berliner Akademie für 1878.

Digitized by Google

Ein Bell-Telephon, dessen Magnetpol mit 800 Windungen eines 1 mm starken Kupferdrahts von 110 Ohm Widerstand umwunden war, wurde in den Stromkreis eines Daniell'schen Elements eingeschaltet. Durch einen gleichfalls in den Stromkreis eingeschalteten Commutator konnte die Richtung des Stromes 200 mal in der Secunde gewechselt werden. Wurde dieser Commutator in anhaltende Bewegung gesetzt, so erzeugten die entstehenden Stromwellen im Fernsprecher ein knatterndes, sehr lautes Geräusch, welches bei Einschaltung von erheblichen Widerständen sich zwar abschwächte, aber bei einem Widerstande von 200 000 Ohm noch deutlich wahrnehmbar war. Bei einem andern von Dr. Siemens angestellten Versuche war der Commutator und ein Element in den Stromkreis der primären Spirale eines kleinen Volta-Inductionsapparates eingeschaltet, während sich der Fernsprecher im Schliessungskreise der secundären (inducirten) Spirale befand, so dass, wenn der Commutator in Bewegung gesetzt wurde, die in der secundären Spirale inducirten Ströme auf den Fernsprecher einwirken. Dann wurde im Fernsprecher noch ein laut schallendes Geräusch erzeugt, wenn 50 Millionen Ohm in den secundären Schliessungskreis eingeschaltet wurden und es blieb dieses Geräusch auch noch dann hörbar, wenn die secundäre Spirale bis zum äussersten Ende der primären zurückgeschoben wurde, wodurch die inductive Wirkung der primären Spirale auf ein Minimum reducirt wurde, das sich jeder Berechnung entzog.

Mr. Preece hat vor Kurzem[1]) bestimmt, dass ein Bell-Empfänger von einem Strome in Thätigkeit gesetzt wird, der sich in folgender Art ausdrücken lässt: 6×10^{-13} Ampère, oder 0.000 000 000 0006 Ampère; das heisst sechs zehntausend Millionstel eines Milliampère.

Pellat[2]) erhielt ähnliche Resultate auf verschiedenem Wege.

Ein Condensator von $^1/_8$ mikrofarad. Capacität wurde 160 mal per Secunde geladen, indem man ihn mit 2 Punkten eines Stromkreises verband, und durch ein Telephon entladen. Bezeichnet K die Capacität, V die Potentialdifferenz an den Endschrauben, so ist die für n Ladungen und Entladungen aufgewandte Kraft:

$$n K V^2.$$

Wird nun V auf 0.0005 Volt reducirt, so hört man noch einen Ton im Fernsprecher, obgleich die Kraft so gering ist, dass sie im Verlaufe von 10 000 Jahren nur eine Wärmeeinheit erzeugen würde.

---

[1]) British Association, Manchester 1887.

[2]) Pellat, Journal de Physique, X, p. 358, 1881.

Digitized by Google

Mit dieser geringen Quantität Wärme liessen sich demnach 10 000 Jahre lang Töne im Fernsprecher erzeugen.

Diese ausserordentliche Empfindlichkeit des Bell-Telephons ist um so bemerkenswerther, als es sich hier um eine beträchtliche Anzahl von Kraftübertragungen handelt. Die Sprachorgane erzeugen in erster Linie Schallschwingungen, welche gegen die Membran anschlagen und diese dadurch in Schwingung versetzen. Diese Schwingungen bringen äusserst schnelle Veränderungen des magnetischen Kraftfeldes hervor, welche sich in der Entstehung von inducirten Strömen in der in diesem Felde befindlichen Spule äussern. Diese inducirten Ströme werden durch den Leitungsdraht der Spule des Empfängers zugeführt, erzeugen entsprechende Veränderungen des Magnetismus im Magnet und hieraus ergeben sich, theils durch Anziehung der Masse, theils durch Molekularwirkung, Schwingungen der Membran des Empfängers. Die schwingende Membran theilt ihre Bewegung der benachbarten Atmosphäre mit und erzeugt hierdurch Schallwellen, welche gegen das Trommelfell des Ohres anschlagen. Wir haben hier nicht weniger als acht verschiedene Kraftübertragungen, von denen jede einen gewissen Kraftverlust bedingt. Fernere Verluste ergeben sich aus der inductiven Wirkung benachbarter Drähte, aus elektrostatischer und elektromagnetischer Induction. Es ist demnach selbstverständlich, dass der Empfänger unter keinen Umständen Töne von der gleichen Intensität hervorzubringen vermag, wie solche von dem Geber ausgehen.

Capitel IV.

Die Kohlentelephone.

19. Es ist klar, dass, wenn wir in ein Bell-Telephon hinein sprechen, nur ein geringer Bruchtheil der durch die Stimme hervorgebrachten Tonschwingungen sich in elektrische Ströme umsetzen lässt, und dass diese Ströme ausserordentlich schwach sein müssen. Edison bestrebte sich, ein Mittel zu finden, wodurch sich die Stärke dieser Ströme vermehren liesse und gründete die Lösung der Aufgabe auf die Thatsache, dass sich der elektrische Widerstand der Kohle durch Druck verändern lässt. Diese Eigenthümlichkeit der Kohle hatte Edison durch unabhängige Beobachtung ermittelt; vor ihm hatte jedoch Du Moncel schon auf diese Eigenschaft der Kohle mit den folgenden Worten hingewiesen: „Der zwischen zwei gegen einander

Digitized by Google

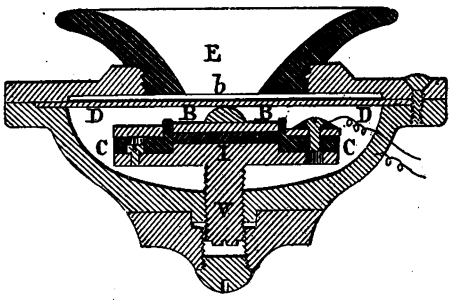
pressenden Leitern ausgeübte Druck hat einen beträchtlichen Einfluss auf die Stromstärke", und ferner: „Die Vermehrung der Stromstärke mit dem an der Contactstelle zweier Leiter ausgeübten Druck ist um so grösser, je höher der Widerstand der Leiter, je weicher diese sind, und je reiner deren Oberfläche."

Du Moncel's Prioritätsanspruch wurde von Sir William Thomson in den folgenden Worten anerkannt: „Das von Edison in seinem Kohlentelephon und von Hughes in seinem Mikrophon angewandte physikalische Gesetz ist dasselbe, allein es ist auch dasselbe, das der französische Telegraphenbeamte Clérac in seiner veränderlichen Widerstandsröhre anwandte, welch letztere er im Jahre 1866 dem Herrn Hughes zum Behufe einiger wichtigen praktischen Verwendungen lieh. Dieser Apparat ist jedoch ausschliesslich auf Grundlage der von Du Moncel schon vor langer Zeit ausgesprochenen Thatsache construirt, die dahin lautet, dass die Vermehrung des Drucks zwischen zwei in Contact befindlichen Leitern eine Verminderung in deren elektrischem Widerstand bedinge."

Edison's Kohlentelephon.

20. Das erste Kohlentelephon wurde im Jahre 1878 von Edison construirt und hat nach verschiedenen Aenderungen die in den Figuren 11 und 12 dargestellte Form erhalten. Es besteht aus einem Ebonitgehäuse E, einer Membran D und einer aus Graphit- oder Beinschwarz hergestellten Scheibe C von der Grösse eines Markstücks, die auf einem Träger I angebracht ist. Mittelst der Schraube V lässt sich die Kohlenscheibe C von der schwingenden Membran entfernen oder derselben näher bringen. Eine kleine Platinplatte B mit einem runden elfenbeinernen Knopfe b ist an der Oberfläche der Kohlenscheibe befestigt. Die Schwingungen der Membran werden durch die Platinplatte auf die Kohlenscheibe übertragen; die durch die Schwingungen hervorgebrachten Aenderungen im Druck haben Veränderungen des elektrischen Widerstandes zur Folge und Schwingungen der Kohlen-

Fig. 11.

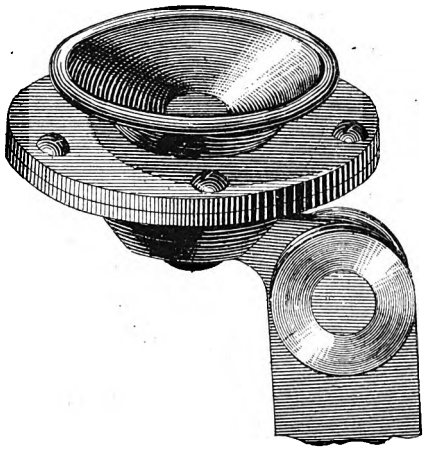


Digitized by Google

scheibe im Einklang mit der Membran. In der Praxis wird der durch den Geber in einen Wellenstrom verwandelte directe Batteriestrom in eine kleine Inductionsrolle geleitet, welche in dem secundären Drahte Inductionsströme hervorbringt, die ihrerseits den Empfänger am entgegengesetzten Ende beeinflussen.

Die Function des Gebers im Kohlentelephon ist, wie wir gesehen, auf die Erzeugung von wechselnden elektrischen Widerständen im Stromkreis beschränkt; diese Veränderungen bringen sofort entsprechende Veränderungen im umgekehrten Sinne in der Stärke des circulirenden Stromes hervor. Für eine bestimmte Schwingung zeigt die Veränderung des Widerstandes einen bestimmten Werth, den wir des Beispieles halber als 1 Ohm annehmen wollen. Wenn der Widerstand des ganzen Stromkreises ein geringer ist, z. B. 10 Ohm, so wird die im Geber erzeugte Veränderung von 1 Ohm die Stromstärke um $^1/_{10}$ ihres Gesammtwerthes verringern und der Empfänger, welcher unter dem Einflusse dieser Veränderungen steht, wird demnach in kräftige Schwingungen versetzt und die Sprachlaute deutlich wiederholen.

Fig. 12.



Wenn auf der anderen Seite der Gesammtwiderstand des Stromkreises ein bedeutender ist, z. B. 1000 Ohm, so betragen die Stromänderungen nicht mehr als $^1/_{1000}$ der ganzen Stromstärke, ein Resultat, welches in bedeutendem Grade der Verlängerung der Linie selbst zuzuschreiben ist. Wollten wir desshalb in diesem Falle gleich befriedigende Resultate erzielen, so wären wir genöthigt, die Anzahl der Batterieelemente sowohl als die Veränderungen des Widerstandes zu vergrössern und dies wäre ebenso unpraktisch als kostspielig.

21. Mit grosser Geschicklichkeit hat Edison diese Schwierigkeit umgangen, indem er ein schon im Jahre 1874 von Elisha Gray in dessen musikalischem Telephone angewandtes Verfahren einschlug.

Digitized by Google

Anstatt den Strom vom Geber direct in die Leitung zu versenden, bediente sich Edison, wie schon oben erwähnt, einer Inductionsrolle. Das eine Ende des secundären Drahtes geht zur Erde, das andere ist mit der Leitung verbunden, geht demnach zum Empfänger und von da zur Erde. Der Widerstand im Geber selbst, in der Batterie und im primären Drahte ist nur gering und die Veränderungen desselben sind desshalb verhältnissmässig bedeutend. Diese Veränderungen äussern sich im primären Drahte durch entsprechende Aenderungen der Stromstärke und im secundären Drahte durch Inductionsströme von entsprechender Amplitude und hoher Elektromotivkraft, die sich zum Telephoniren auf weite Entfernungen eignen und ihren Ursprung Strömen von niederer Elektromotivkraft verdanken.

Die Wirkung des Apparates lässt sich auf die folgende Weise beschreiben:

Wenn man vor dem Gehäuse E spricht, so wird die Membran in Schwingung versetzt und diese Schwingungen erzeugen, vermittelst des Knopfes b und der Platinplatte B Veränderungen des Drucks in der Kohlenscheibe C. Der Widerstand der Kohlenscheibe wechselt demnach genau im Verhältniss zur Anzahl und Amplitude der Membranschwingungen und damit auch die Stärke des Batteriestromes. Letzterer durchfliesst den primären Draht der Inductionsrolle, erzeugt inducirte Ströme in dem secundären Drahte derselben und geht dann auf die Leitung über, welche mit dem Geber (ein gewöhnliches Bell-Telephon) in Verbindung steht. Die in letzterem hervorgebrachte Wirkung ist in den voranstehenden Seiten beschrieben.

Die mit diesem Instrumente erzielten Resultate waren keineswegs befriedigend und es fragt sich überhaupt, ob die voranstehende Erklärung seiner Wirkung eine richtige ist. Einen wesentlichen Fortschritt haben wir im Jahre 1878 zu verzeichnen, zu welcher Zeit Professor Hughes zum ersten Male der Royal Society in London sein Mikrophon vorzeigte, ein Instrument, das unstreitig auf dem Princip loser, von einem Strom durchflossener Contacte beruht.

Mikrophon von Hughes.

22. Das Mikrophon ist weiter nichts als ein Telephongeber, es verdankt jedoch seinen Namen, den es von seinem Erfinder empfing, derjenigen characteristischen Eigenschaft, vermittelst welcher es Schwingungen von sehr geringer Intensität in Wellenströme verwandelt, die ihrerseits durch ihre Wirkung auf einen Telephonempfänger Schallschwingungen von bedeutend grösserer Intensität hervorbringen als

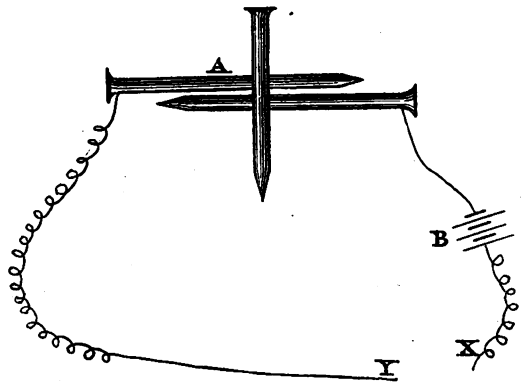
Digitized by Google

die ursprüngliche Quelle selbst. Es spielt desshalb in der Akustik, mit Bezug auf schwache Töne, dieselbe Rolle wie das Mikroskop in der Optik, mit Bezug auf kleine Objecte.

Wir müssen uns jedoch aufs bestimmteste gegen die Ansicht verwahren, dass die Analogie zwischen dem Mikroskop und dem Mikrophon über die von diesen beiden Arten von Instrumenten erzielten Wirkungen hinausgeht. Wir haben durchaus keinen Beweis dafür, dass es sich um eine Verstärkung der Töne selbst handelt; im Gegentheil, alles spricht dafür, dass wir es nicht sowohl mit einer wirklichen Verstärkung, als mit einer Umwandlung molekulärer Bewegungen in Schallschwingungen zu thun haben.

Eine der ersten Formen, die Hughes seinem Instrumente gab, ist aus Fig. 13 ersichtlich: Zwei Eisenstifte werden parallel und in kurzer

Fig. 13.



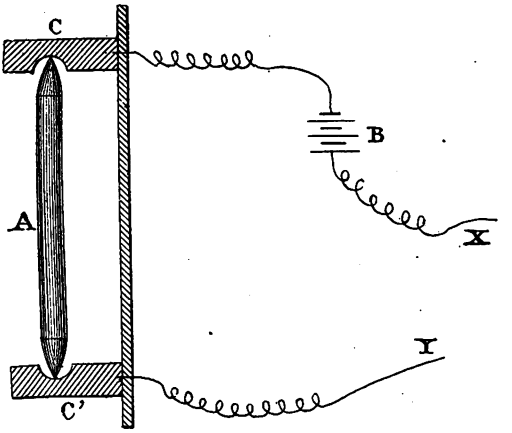
Entfernung von einander auf ein Brettchen befestigt und die beiden entgegengesetzten Enden der Stifte durch Drähte mit einer Batterie verbunden. Ein dritter ähnlicher Eisenstift ruht quer auf den beiden ersteren und reproducirt auf's Genaueste das Ticken einer Uhr, ja noch mehr, gibt sogar Anzeichen vom Ton der Stimme. Dieser primitive Apparat bildet in der That einen wirklichen Telephongeber, und Worte, die man diesem kleinen Stifte vorspricht, Melodien, die man ihm vorsingt, werden sofort an das entgegengesetzte Ende der Leitung mit der grössten Genauigkeit übertragen.

Die Wirkung ist noch bedeutend besser bei Anwendung von Kohlenstiften, und ein ähnlicher Apparat, der mit wenigen unwesentlichen Verbesserungen bis auf den heutigen Tag das Mikrophon „par

Digitized by Google

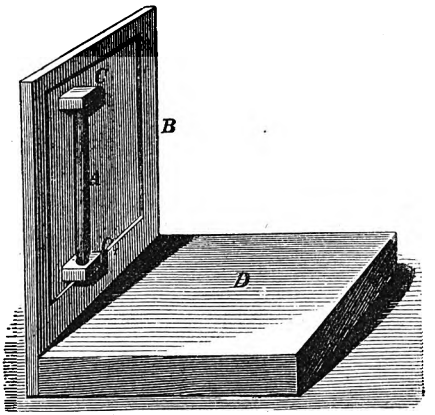
excellence“ geblieben ist, wird in Figuren 14 und 15 dargestellt. Derselbe besteht aus einem kleinen, an beiden Enden zugespitzten Kohlenstab A, welcher lose in zwei kreisförmigen Vertiefungen der Kohlen-

Fig. 14.



stückchen C und C_1, eingefügt ist; die letzteren sind an einem Resonanzbrettchen B befestigt, das senkrecht auf einem zweiten Brettchen D angebracht ist. C und C_1 sind mittelst der Drähte X und Y mit der Batterie und der zum Empfänger führenden Leitung verbunden. Primitiv wie das Instrument aussieht, ist es von erstaunlicher Wirkung. Nicht blos musikalische Töne und Worte, sondern sogar die geringsten Schwingungen und selbst ein unmerkliches Geraschel verwandelt es in Schallschwingungen. Die leiseste Berührung, die geringste Reibung gegen das Brettchen D genügt, um ein knirschendes Geräusch im Telephon hervorzubringen. Wenn man das Brettchen mit einem kleinen Malerpinsel bestreicht oder einen kleinen Garnknäuel auf das-

Fig. 15.



Digitized by Google

selbe fallen lässt, so hört man ein förmliches Getöse im Empfänger; eine Fliege, welche über das Brettchen spaziert, wird deutlich auf mehr als eine englische Meile Entfernung gehört.

Der Unterschied zwischen dem Edison'schen Kohlentelephon und dem von Hughes dargestellten Mikrophon ist ein sehr geringer, allein die Edison'sche Form ist aus der Praxis verschwunden; ebenso wie alle magnetischen Fernsprecher mehr oder weniger Nachahmungen oder Modificationen des Bell'schen Instrumentes sind, so sind nunmehr alle Kohlentelephone Modificationen des von Hughes construirten sinnreichen Apparates. Die Zahl dieser Nachahmungen ist Legion (es liesse sich beinahe behaupten, was Hefner von Alteneck über die Bogenlampe sagte, dass jede Schraube und jeder Nagel zum Gegenstande eines besonderen Patentes wurde); allein die meisten dieser Modificationen haben keinen praktischen Werth und wurden ausschliesslich in der Absicht gemacht, bestehende Patentrechte zu umgehen. Wir müssen uns desshalb darauf beschränken, nur diejenigen Modificationen zu beschreiben, welche wirkliche Verbesserungen enthalten und befriedigende Resultate in der Praxis gegeben haben.

Capitel V.

Die Theorie des Telephons und Mikrophons.

Das Telephon.

23. Fig. 16 ist eine bildliche Veranschaulichung des magnetischen Kraftfeldes in einem Bell-Telephon. Die Wirkung der Eisenplatte besteht wahrscheinlich darin, den Magnetpol dem Ende des Magnets näher zu rücken. Die Ränder der Platte werden, so zu sagen, theilweise selbst zum Pol. Die Drahtspirale ist von Kraftlinien durchschnitten, und irgend welche Schwingung oder Verrückung der Platte verursacht eine Schwingung oder Verrückung der Kraftlinien.

Wenn wir uns ein klares Bild von der Wirkung des Bell-Telephons machen wollen, so müssen wir die Vorgänge betrachten:

1) im Geber,

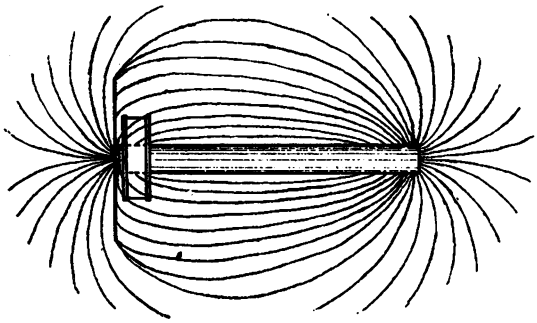
2) im Empfänger.

Die von der Stimme erregten und durch die konische Form des Schalltrichters verstärkten Schallschwingungen übertragen ihre Kraft auf die elastische Membran und letztere reproducirt demnach mit allen Nüancen von Höhe, Amplitude und Klang die Bewegungen der

Digitized by Google

durch die Stimme in Schwingung versetzten Luft. Die Bewegungen der Membran, in dem Masse als sich dieselbe dem gegenüberliegenden Magnetpole nähert oder sich von ihm entfernt, verursachen entsprechende Modificationen in der Vertheilung der Kraftlinien im magnetischen Kraftfeld, welches die Drahtspirale durchschneidet. Diese Veränderungen in der Anordnung der Kraftlinien erzeugen im Drahte der Spirale inducirte Ströme von wechselnder Richtung und Stärke und diese Ströme werden durch die Leitung auf die Drahtspirale des Empfängers übertragen. Die Erklärung der Vorgänge im Empfänger des Bell-Telephons, die wir im § 17 gegeben, wird von Einigen wenn auch nicht für ungenau so doch für unzulänglich gehalten. Anstatt die Schwingung der Membran ausschliesslich magnetischen Anziehungen und Abstossungen von Seiten des Stabmagnets zuzuschreiben, sind

Fig. 16.



dieselben (es sind hauptsächlich einige französische Physiker, welche sich zu dieser Ansicht neigen) geneigt anzunehmen, dass der rasche, durch die inducirten Ströme hervorgebrachte Wechsel in der Magnetisation und Demagnetisation des Magnetstabes in der Masse des Stabes selbst molekulare Störungen erzeugt, dass diese sich der Membran mittheilen und daselbst schwingende Bewegungen verursachen, die sich schliesslich in Schallschwingungen äussern.

Wenn man die in einem Bell-Telephon gebildeten Ströme misst, so könnte man wohl zur Ansicht gelangen, dass dieselben zu schwach seien, um die in der Membran des Empfängers hervorgebrachten Wirkungen zu erklären, im Falle man diese Wirkungen ausschliesslich magnetischen Beziehungen zuschriebe. Dies wäre einfach eine theoretische Schwierigkeit, allein Ader's Experimente, der Telephone ohne schwingende Membran und selbst ohne Magnet construirte,

Digitized by Google

und die Sprachübertragung mittelst eines Magnets erzielte, der von der Dicke eines schwachen Eisendrahtes auf einem Plättchen befestigt war und mit einer Metallmasse in Verbindung stand, ferner Bréguet's Versuche, der Bell's dünne Membran durch Platten von 15 cm Dicke ersetzte, scheinen darauf hinzuweisen, dass es eine Combination von Molekulareffecten und von magnetischer Anziehung ist, welcher wir die Reproduction der vom Geber ausgehenden Töne verdanken. Es lässt sich nicht läugnen, dass die verschiedenen Wirkungen und Rückwirkungen, welche im Telephon eine Rolle spielen, complicirterer Art sind als man zuerst anzunehmen geneigt war und dass die Theorie dieses sinnreichen Instrumentes durchaus nicht endgültig festgestellt ist.

24. Du Moncel, welcher sich eingehend mit dieser Frage beschäftigte, kam zu den folgenden Schlüssen [1]): Im Bell-Telephon äussern sich verschiedene Arten der Reproduction der Sprache:

1) Molekulare Schwingungen des Magnetkerns und seiner Armatur, eine Folge abwechselnder Magnetisation und Demagnetisation dieser Theile durch die Wellenströme.

2) Wirkliche elektromagnetische Anziehung der Masse der Membran.

3) Wechselwirkung zwischen den Windungen der Drahtspirale.

4) Wechselwirkung zwischen der Drahtspirale und dem Magnetstab.

5) Mechanische Uebertragung der Schwingungen des elektromagnetischen Systems durch die verschiedenen Nebentheile des Telephonapparats.

Mercadier [2]) schreibt der Membran zweierlei Bewegungen zu, die eine beeinflusst deren Moleküle, die andere die Masse der Membran selbst. Erstere ist unabhängig von der Form, wie die Resonanz einer Mauer, letztere ist transversal und wirkt als ein Ganzes wie das Fell einer Trommel. Er ersetzte die eiserne Membran des Bell-Telephons durch ein Blatt Papier, durch Pappdeckel, Glimmer, Glas, Guttapercha, Zink, Aluminium, Kupfer etc., auf welches er eine kleine Menge feiner Eisenfeilspäne streute und kam zum Schlusse, dass im magnetischen Telephon, sowohl im Geber als im Empfänger, die eiserne Membran niemals wie ein tönender Körper wirkt, der in seiner ganzen Masse schwingt; sie schwingt wie eine vereinigte Masse von Theilchen, deren jedes eine unabhängige Bewegung besitzt; die äussere Form, die Cohäsion dieser Theilchen üben keinen directen Einfluss aus (eine steife Membran vergrössert lediglich die Intensität der Effecte); die

[1]) Du Moncel, Le Téléphone. 4me édition.

[2]) Comptes Rendus, 1887.

Digitized by Google

Anzahl, die Masse der beweglichen Theilchen allein, in so weit dieselben das magnetische Kraftfeld modificiren, beeinflussen das telephonische Resultat.

Nun finden wir aber, wie Geraldy zeigt, einige eigenthümliche Thatsachen in der praktischen Telephonie, die sich weder nach dieser noch nach irgend einer anderen Theorie erklären lassen.

Wie kommt es, dass vielpolige Telephone, d. h. Instrumente, in welchen die Membran mehreren Magnetpolen gegenüber steht, nicht in jedem Falle und gezwungenerweise den gewöhnlichen einpoligen Instrumenten überlegen sind?

Wenn alle Membrantheilchen in Bewegung versetzt werden, wenn jedes derselben seinen Theil zur Reproduction articulirter Sprache beiträgt, so müsste sich ein directer Vortheil daraus ergeben, dass man alle Bewegungen der gesammten Moleküle zu Gunsten der Modification des magnetischen Kraftfeldes ausnützt; in Ermangelung eines einzigen Poles von bedeutenden Dimensionen, wäre die Verwendung mehrerer Pole angezeigt; es zeigt sich jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Ferner ergibt sich noch die Frage, warum mehrere Telephone, welche die Stimme zugleich empfangen und sich in derselben Leitung befinden, nicht ein merklich besseres Resultat als ein einziges Instrument geben? Die Ansichten Du Moncel's und Mercadier's haben keine allgemeine Annahme gefunden und wir begnügen uns damit, unsere Ansicht dahin auszusprechen, dass die Membran eines Bell-Telephons wie ein einfacher tönender Körper wirkt, welcher einer Reihe regelmässiger Verrückungen und Verschiebungen ausgesetzt ist, und diese Bewegungen in Form von Schallschwingungen der umgebenden Luft mittheilt.

Das Mikrophon.

25. Gleichwie die Theorie des Telephons noch nicht endgültig festgestellt ist, so sind auch die Vorgänge im Mikrophon noch lange nicht genügend erklärt. Dasselbe schaltet in einen Stromkreis einen Widerstand ein, der sich genau dem Wechsel der auf ihn einwirkenden Schallschwingungen anpasst und dadurch den Strom in eine den Schallwellen analoge Wellenbewegung versetzt. Diese Wirkung wurde allgemein der Beschaffenheit des elektrischen Contacts zwischen zwei Oberflächen von mittelmässiger Leitungsfähigkeit zugeschrieben, es unterliegt jedoch nunmehr keinem Zweifel, dass wir es hier mit einem Wärmeeffect zu thun haben, der sich beim Durchgang eines Stromes zwischen zwei in unvollkommenem Contact sich befindenden Punkten

Digitized by Google

von wechselnder Entfernung entwickelt. Nach Shelford Bidwell's Angaben [1]) eignet sich die Kohle am besten für diesen Zweck — erstens ist dieselbe schwer oxydirbar und unschmelzbar, zweitens ist sie ein schlechter Leiter und drittens hat dieselbe im Gegensatze zu allen Metallen die Eigenschaft, ihren Widerstand durch Erhitzen zu verringern.

Man hat wiederholt versucht, die günstigste Form und Anordnung für das Mikrophon durch mathematische Verfahren zu bestimmen; alle diese Versuche sind jedoch gescheitert. Dies kommt wohl davon her, dass die im Mikrophon durch die Wärme und die Selbstinduction in der Inductionsrolle bedingten Vorgänge äusserst complicirter Art sind und sich demnach mathematischer Berechnung entziehen.

Shelford Bidwell hat nachgewiesen, dass die Verringerung des Widerstands in einem mikrophonischen Contact, unter gewöhnlichen Bedingungen, nicht blos von einer Vermehrung des Drucks, sondern auch von einer Stromvermehrung herrührt, in Folge deren wir, ganz unabhängig von der Widerstandsverringerung, intensivere Effecte erhalten. Stroh [2]) hat ferner gezeigt, dass die obenerwähnten Stromveränderungen auch noch durch die Dicke der zwischen den beiden Kohlencontacten befindlichen Luftschichte beeinflusst werden.

Die Wirkung des Mikrophons liesse sich demnach auf die folgende Weise erklären: Beim Durchgang eines Stromes zwischen zwei in losem Contacte stehenden Kohlentheilchen wird Wärme erzeugt, deren Menge mit der Bewegung dieser Theilchen sich verändert; hieraus ergibt sich eine Veränderung des Widerstands in den Kohlencontacten; diese Veränderung des Widerstandes bedingt eine Veränderung der Stromstärke und gibt zur Entstehung von Wellenströmen Veranlassung. Hughes erklärte die Veränderung des Widerstands dadurch, dass er annahm, dass in Folge der durch die Schallschwingungen hervorgebrachten Aenderungen in der Lage der losen Contacte eine grössere oder kleinere Anzahl von Molekülen an der Stromübertragung Theil nehmen. Diese Erklärung schliesst keineswegs die oben erwähnte Ansicht aus, denn es ist denkbar, dass die Wärme die Wirkung der Schallschwingungen unterstützt. Professor Hughes z. B. neigt sich zu der Ansicht hin, dass sich kleine elektrische Bögen an den Contactpunkten bilden. Verschiedene Erscheinungen, wie z. B. das Hissen und Hummen, lassen sich ohne Zweifel auf den sogenannten „Trevelyan-Effect" zurückführen und sind desshalb mit der Wärmehypothese vereinbar. Und ferner finden wir, dass ein Mikrophonsender bei anhaltendem Gebrauch merkbar warm wird.

[1]) Shelford Bidwell, La Lumière Électrique, 1883, Mars 17.

[2]) Stroh, Telegraphic Journal, 1883, March 17.

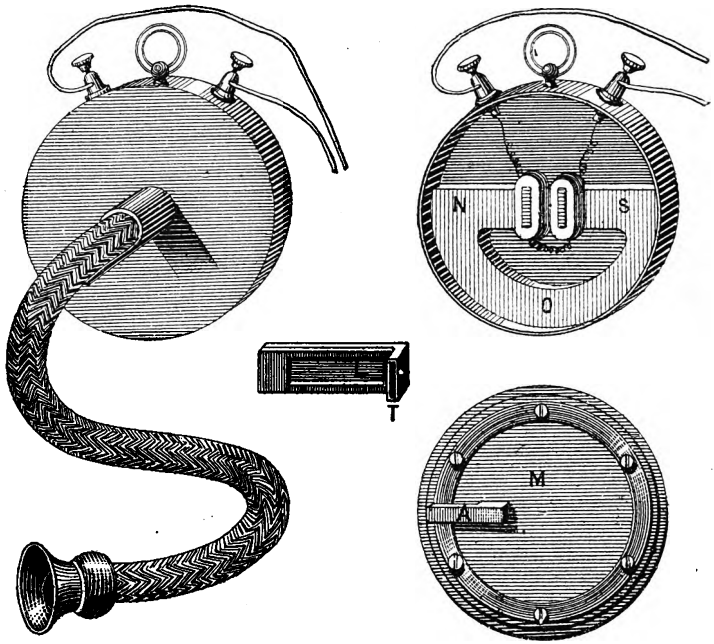
Digitized by Google

Capitel VI.

Empfänger.

Die in diesem Capitel beschriebenen Instrumente sind alle mehr oder weniger Modificationen oder Nachahmungen des ursprünglichen Bell-Telephons, und wir beschränken uns darauf, diejenigen anzuführen, welche entweder durch hohe Leistungsfähigkeit oder Neuheit der Construction von Interesse sind.

Fig. 17.



Eine wesentliche Verbesserung des Bell-Telephons ist

Gower's Telephon.

26. Dieses Instrument weicht von Bell's Fernsprecher durch die Form des Magnets ab, der, wie aus Fig. 17 ersichtlich ist, die Gestalt eines Halbkreises hat. Derselbe ist seiner geringen Dimensionen ungeachtet äusserst kräftig. Die beiden Pole tragen einen kleinen

Digitized by Google

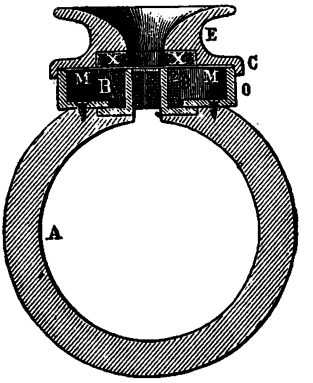
länglichen Aufsatz von Eisen, auf welchem die Inductionsrolle befestigt ist. Das Ganze ist in ein flaches Messinggehäuse eingeschlossen, dessen Deckel die Membran M enthält, welch letztere etwas dicker als die des Bell-Telephons ist. Anstatt des gewöhnlichen Telephonschalltrichters wendet Gower ein elastisches Hörrohr an, das auf die Mitte des Deckels aufgeschraubt ist.

Den Anruf macht Gower mittelst einer besonderen Vorrichtung, die in der Figur in halbnatürlicher Grösse dargestellt ist. Dieselbe besteht aus einer rechtwinklig gebogenen Röhre A, die an der Membran M befestigt ist. Das eine Ende T der Röhre steht der Membran gegenüber, während das andere Ende in das Telephongehäuse mündet; in der Röhre befindet sich eine Zunge L. Wenn man in das Hörrohr bläst, so vibrirt die Zunge und theilt ihre Schwingungen der Membran auf eine viel wirksamere Art mit, als wenn man in das Mundstück hineinruft. Diese intensiven Schwingungen bringen kräftige inducirte Ströme hervor, welche in dem Empfänger entsprechende Wirkungen erzeugen. Dieser Empfänger wird von dem englischen Postoffice benutzt.

Ader's Telephon.

27. Dieser Empfänger findet in Frankreich, Belgien und Oesterreich ausgedehnte Anwendung. Er besteht, wie aus Fig. 18 ersichtlich ist, aus einem kreisförmigen Magnet A, der zugleich als Handhabe des Instrumentes dient. Auf den beiden Polen sitzen, ähnlich wie im vorhergehenden Apparate, zwei Drahtspiralen BB; MM ist die Membran und dieselbe ist mit einem Eisenring XX belegt, den Ader „surexcitateur", Extraerreger, nennt. Dieser Ring hat den Zweck, den Magnetismus der ihm gegenüber stehenden Magnetpole durch Induction zu steigern. Du Moncel stellte zuerst im Jahre 1858 den Satz auf: Je mehr die Masse eines Magnetankers der Masse des Magnets selbst gleichkommt, um so kräftiger ist deren gegenseitige Induction, so dass letztere ihr Maximum erreicht, wenn die beiden Massen gleich sind. Bringt man nun eine eiserne Membran zwischen beide Massen, so befindet sich dieselbe in einem äusserst kräftigen magnetischen Feld.

Fig. 18.



Digitized by Google

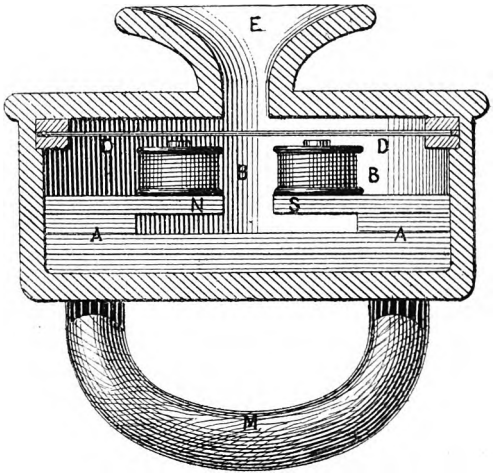
Diese Wirkung liesse sich durch Vergrösserung der Membranmasse erzielen, würde jedoch in diesem Falle auf Kosten der Schwingungsfähigkeit gehen, und desshalb wendet Ader den Ring XX dazu an, um die Kraftlinien senkrecht zur Ebene der Membran zu stellen, so dass dieselben nunmehr eine Maximalwirkung auf die schwingende Platte ausüben und dadurch die Leistungsfähigkeit des Instrumentes erhöht wird.

Ader's Empfänger ist unstreitbar eines der empfindlichsten Instrumente, die gegenwärtig im Gebrauche sind.

Kotyra's Telephon [1]).

28. Die Fabrication von Hufeisenmagneten ist ziemlich kostspielig, auch ist deren Adjustirung desshalb schwierig, weil beim Ausglühen des Stahles häufige Ausbeugungen stattfinden. Es ist desshalb

Fig. 19.



wünschenswerth, ein Verfahren zu finden, wonach sich Fernsprecher, welche Hufeisenmagnete enthalten, zum selben Preise herstellen lassen, wie solche mit geraden Magnetstäben. Diese Aufgabe will Kotyra mit Erfolg gelöst haben.

Der Magnet M (Fig. 19) besteht aus einer grossen Anzahl kleiner dünner Plättchen ausgeglühten Stahles von verschiedener Länge, die

[1]) La Lumière Électrique, 1882, vol. VII, p. 527.

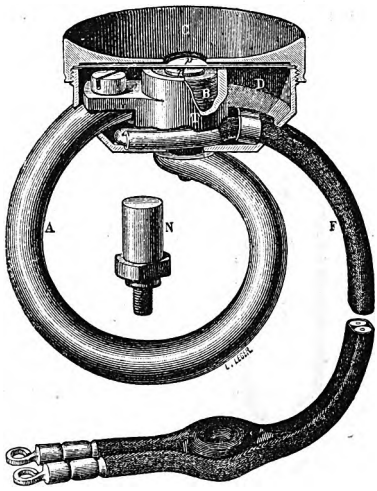
Digitized by Google

aus einer und derselben Stange herausgeschnitten und so an einander gefügt sind, dass sie die Gestalt eines Hufeisens bilden. Die Polschuhe des Magnets bestehen aus Stahlplatten AA und NS von verschiedener Länge, die aus derselben Stange herausgeschnitten sind, und tragen die Eisenkerne der Inductionsrollen BB. In diesem elektromagnetischen System braucht kein Stück geschmiedet zu werden, und da jede Platte für sich allein magnetisirt wird, so erzielt man eine kräftigere und dauerndere Wirkung als mit einem massiven, aus einem Stück gefertigten Magnet. Im Uebrigen gleicht der Apparat, in welchem D die Membran und E das Mundstück vorstellt, einem gewöhnlichen Bell-Empfänger.

D'Arsonval's Telephon [1]).

29. Der einzig wirksame Theil der Telephone mit doppeltem Pole und doppelter Inductionsrolle scheint derjenige Theil des Drahtes zu sein, welcher sich zwischen beiden Polen befindet; der Theil des Drahtes, welcher ausserhalb der Pole liegt, ist der Induction so gut wie unzugänglich und erzeugt demnach einen nutzlosen Widerstand, da alle magnetischen Kraftlinien in dem zwischen den Polen befindlichen Raume concentrirt sind.

Fig. 20.



Um den ganzen Draht der Induction zugänglich zu machen, hat D'Arsonval ein ringförmiges magnetisches Feld construirt, indem er einen der Magnetpole zum Mittelpunkte eines durch den anderen Pol gebildeten Kreises machte. Die Inductionsrolle ist auf dem Centralpole befestigt, und dadurch sind alle Theile des Drahtes senkrecht zur Richtung der magnetischen Kraftlinien und folglich einer Maximalinductionswirkung ausgesetzt.

Der Magnet A (Fig. 20) ist spiralförmig; ein Ende desselben trägt den Centralpol N (der ausserdem auch noch besonders ab-

[1]) La Lumière Électrique, 1882, vol. VII, p. 150.

Digitized by Google

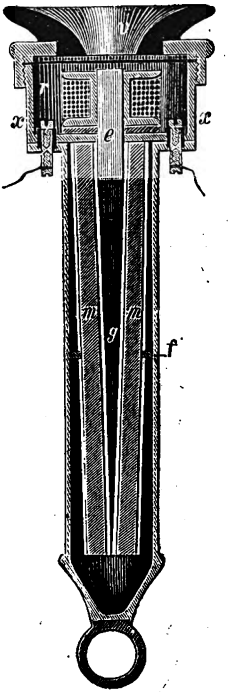
gebildet ist), auf welchem die Drahtspirale B sitzt; das andere Ende trägt einen eisernen Cylinder J, welcher die Spirale vollständig einschliesst; letztere liegt demnach so zu sagen in einem kreisförmigen magnetischen Feld von grosser Intensität begraben. Das Gehäuse D, welches die eiserne Membran enthält, ist einfach zwischen dem Magnet und dessen Kern festgepresst. Ein doppeltes Leitungskabel F vertritt die Stelle der Klemmschrauben.

In dieser Form wiegt das vollständige Instrument 350 g und gibt für sein geringes Gewicht äusserst günstige Resultate.

Neumayer's Telephon [1]).

30. Dieses Instrument wird im bayerischen Telephondienst verwendet und ist eine der wirksamsten Modificationen des Bell-Fernsprechers.

Fig. 21.



Der Magnet (Fig. 21) m m besteht aus fünf cylindrischen Stäben von bestem englischem Stahl. Der der Membran gegenüber liegende Pol wird auf die folgende Art gebildet: Wir haben in § 12 erklärt, dass durch die Einführung eines Bündels von weichem Eisendraht in einen Elektromagnetkern die inductive Wirkung der Spirale bedeutend gesteigert wird. Neumayer löthet demnach ein Bündel von feinen Eisendrähten, 3 cm lang, in einen dünnen Messingcylinder ein, dessen obere Hälfte er in die Drahtspirale hineinschiebt, während die untere Hälfte sich so nahe als möglich an die Stahlmagnete anschliesst. Die Stahlmagnetsäbe werden durch einen Messingring f in ihrer Lage erhalten. Um die aus Temperaturveränderungen sich ergebenden Variationen der Entfernung zwischen dem Pole und der Membran möglichst zu verringern und eine specielle Regulirung entbehrlich zu machen, wird der das Drahtbündel umgebende Messingcylinder an das Messinggehäuse festgeschraubt und dadurch die Entfernung des Magnets von der Membran unabhängig von den Veränderungen in der Länge der Stahlstäbe. Letztere sind von einem Holz-

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, 1884, Nr. VIII, p. 339.

Digitized by Google

mantel umgeben, welcher an den Boden des Messinggehäuses befestigt ist. Alle sichtbaren Metalltheile sind vernickelt. Die Membran ist 0,3 mm dick und ruht auf dem Rande des Messinggehäuses. Sie wird wie gewöhnlich durch ein Ebonitmundstück festgehalten, welches auf dem Messinggehäuse festgeschraubt ist. Die Spirale besteht aus Kupferdraht von 0,11 mm und hat etwa 100 Ohm Widerstand. Das Instrument gibt in Verbindung mit dem Ader'schen Sender ausgezeichnete Resultate.

Siemens' Telephon.

31. Dieses Instrument wurde bis vor Kurzem in Norddeutschland allgemein als Sender sowohl wie als Empfänger verwendet.

Auf den Hufeisenmagneten m m (Fig. 22) sind die beiden Polschuhe s s mittelst Schrauben befestigt. Diese Polschuhe tragen die mit ihnen verbundenen kleinen ovalen Eisenkerne u u, die von Drahtspulen umgeben sind.

Der Hufeisenmagnet ist mit der Platte e e mittelst einer Schraube q verbunden, welche durch die Platte e e, durch einen mit der Platte verbundenen Holzklotz i und durch einen Messingzapfen in der Mitte des Holzklotzes hindurchgeht. Durch Anziehen der Schraube wird demnach der Magnet von der Membran entfernt, während das Nachlassen der Schraube die entgegengesetzte Wirkung hervorbringt. Zwei kleine Brettchen h h sind mit Schrauben an den Magnet festgepresst und dienen zur Aufnahme der beiden Leitungsdrähte r r, die mit den Windungen der Spiralen u u verbunden sind. Die Drähte r r enden in zwei Schrauben, welche auf beiden Seiten der Platte e e angebracht sind, und von diesen Schrauben gehen die Liniendrähte ab. Ein eiserner Bügel g g zur Aufhängung des Instruments ist an der Platte e e befestigt. Die ganze Vorrichtung wird bis zur Platte e e in eine cylindrische Röhre c c von Eisenblech hineingeschoben, so dass die Platte e e den Abschluss des unteren aus Messingblech bestehenden Ansatzes d bildet. An dem unteren Theile von d ist die zum Austritt der Leitungsschnüre bestimmte Oeffnung sichtbar.

Die Röhre c c (Fig. 23) trägt am oberen Ende einen Aufsatz b b und ist im Innern oberhalb b durch ein rundes Blechstück geschlossen. Der Apparat endet in einem konischen Mundstück von poliertem Holz, in dessen Mitte eine runde mit Messing eingefasste Oeffnung sich befindet.

Siemens' Telephon unterscheidet sich von dem Bell-Fernsprecher nur durch die Form seines Magnets; der gerade einpolige Magnet

Digitized by Google

des letzteren ist durch einen doppelpoligen Hufeisenmagnet ersetzt, auch ist die eiserne Membran grösser und stärker, als die des Bell-Instrumentes.

Der Anruf geschieht mittelst einer kleinen Pfeife, die vor dem Sender angebracht ist.

Fig. 23.

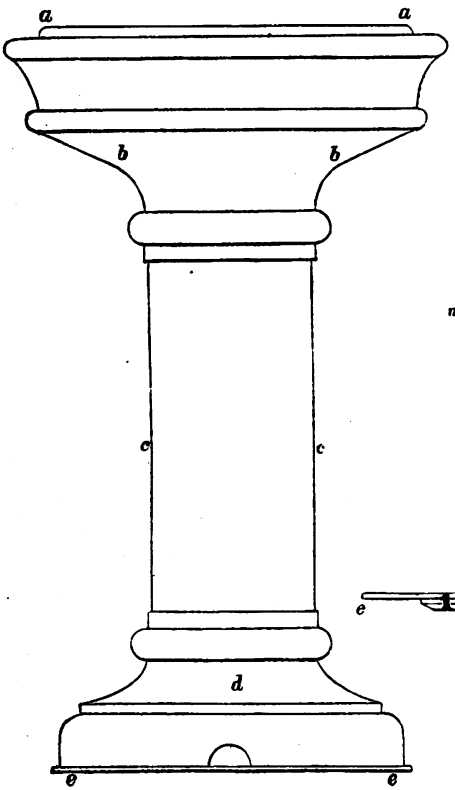
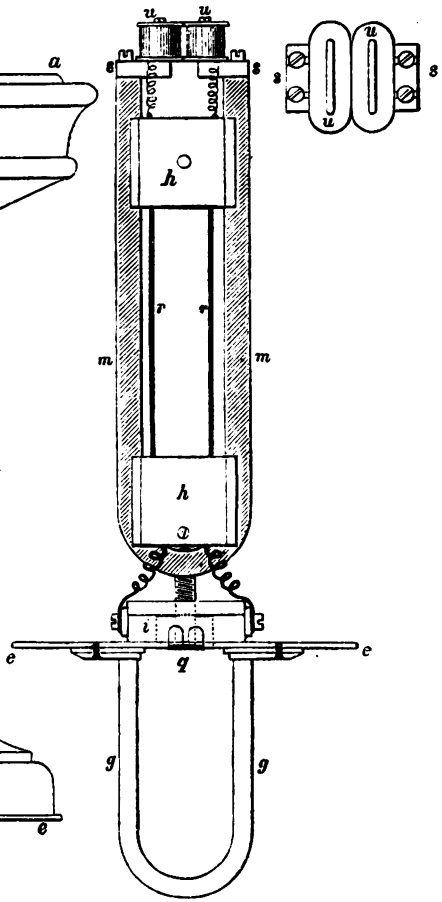


Fig. 22.



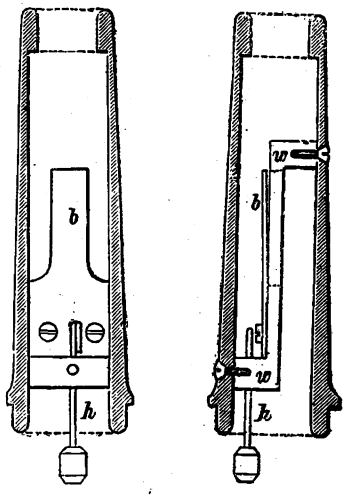
Diese Zungenpfeife (Fig. 24) besteht aus einer konischen Röhre von Hartgummi, in welcher der Metallwinkel w angeschraubt ist. Auf dem Winkel ist die breite federnde Zunge b mit ihrem Ende aufgeschraubt. Diese steht nach oben etwas vor und bedeckt einen

Digitized by Google

hinter ihr liegenden viereckigen Ausschnitt des Winkelstücks. In dem unteren durchbohrten Theile des letzteren spielt ein mit einem Klöppel h versehenes Stäbchen, dessen Bewegung nach unten durch das obere umgebogene Ende begrenzt wird und welches die Eisenmembran des Fernsprechers eben berührt.

Bläst man in die Zungenpfeife hinein, so entsteht ein Ton wie der einer Kindertrompete. In Folge der Luftstösse schwingt der Klöppel mit und verstärkt durch sein Auf- und Niederstossen die Schwingungen der Membran, so dass im zweiten Fernsprecher ein scharfer lauter Ton hörbar wird.

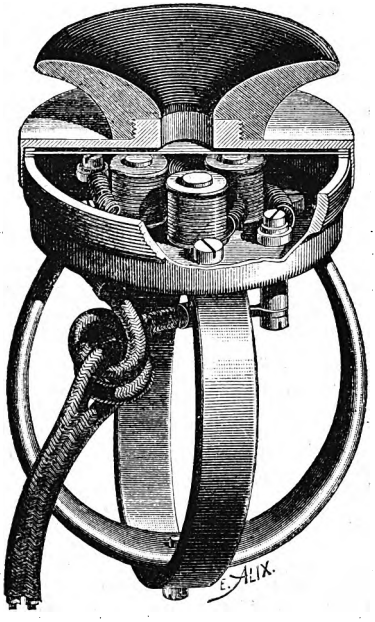
Fig. 24.



Goloubitzky's Telephon [1]).

32. In der Absicht, die Leistungsfähigkeit des Telephons zu verstärken, hat Goloubitzky ein Instrument construirt, in welchem zwei Hufeisenmagnete zugleich auf die Membran wirken. Die vier Pole der beiden sich rechtwinklig durchschneidenden Magnete (Fig. 25) stehen der Membran in dem ringförmigen, das Schwingungscentrum bildenden Raume gegenüber und bilden die Winkel eines Quadrats, in welchem zwei gleichmässige

Fig. 25.



[1]) La Lumière Électrique, 1882, vol. VII, p. 503.

Digitized by Google

Pole neben einander stehen. Die Membran ist von dem cylindrischen Telephongehäuse durch einen Kupferring getrennt, welcher den Rand des Gehäuses umgibt, und wird durch den Deckel festgehalten. Ein Mundstück ist auf den Dekel festgeschraubt, und man erkennt die geeignete Adjustirung des Instruments daran, dass die Membran einen hohlen Ton von sich gibt, wenn man mit dem Finger leicht an dieselbe klopft. Man verbindet zuerst die den beiden Polen des gleichen Magnets angehörigen Drahtspiralen und schaltet hierauf die beiden Magnete hinter einander ein.

Das Hörtelephon der eidgenössischen Telephonverwaltung.

33. Durch fortwährende Verbesserung und die sorgfältigste Ausführung ist dieses Instrument zu einem Grade der Vollkommenheit gebracht worden, der wohl von keinem andern bestehenden Instrumente übertroffen wird.

Fig. 26 zeigt den Längenschnitt durch ein Telephon. Der ganze Apparat ist in eine schwarze polirte Ebonithülse eingeschlossen. Die Dicke derselben muss überall wenigstens $2\frac{1}{4}$ mm betragen. Der Deckel A hat ein auf die Hülse gut passendes starkes Gewinde und presst die Membran ihrem ganzen Umfange nach fest. Diese hat einen Durchmesser von 57 mm und eine Dicke von $\frac{1}{4}$ mm. Sie besteht aus weichem Eisenblech und ist mit einer ganz homogenen feinen Firnissschicht überzogen.

Der Magnet besteht aus 4 Lamellen von 115 mm Länge, 16 mm Breite, 3 mm Dicke, ist aus bestem Magnetstahl und soll im Stande sein, ein Gewicht von 400 g zu tragen.

An seinen beiden Enden ist er mit zwei Polstücken von nebenstehender Form (Fig. 27) verschraubt. Diese bestehen aus ganz weichem Eisen und sind aus einem Stücke geschmiedet. Um die Befestigung sicher zu machen, trägt jedes Polstück einen Stellstift s, der in ein entsprechendes Loch einer anliegenden Magnetlamelle passt.

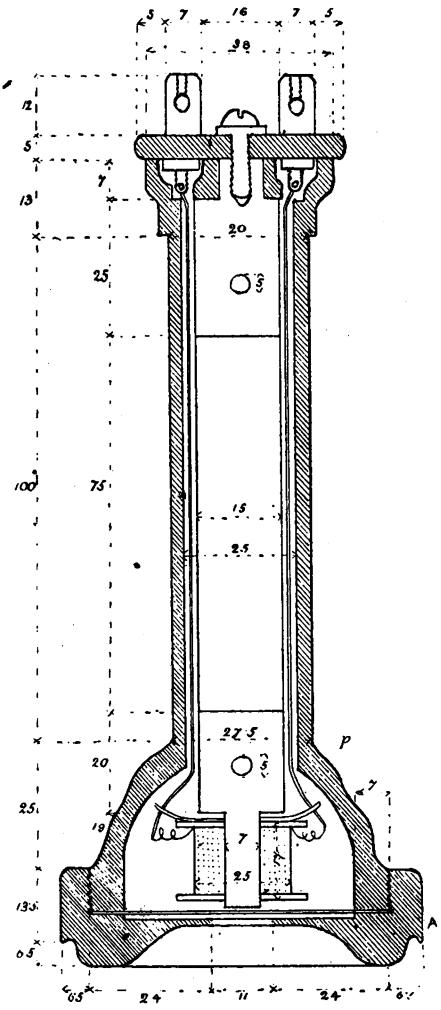
Der cylindrische Eisenkern des Polstückes p trägt eine Drahtspirale. Diese kann entweder auf eine Spule von Buchsbaumholz gewickelt sein, oder auch direct auf den Eisenkern, von dem letzteren aber auf irgend eine andere Art gut isolirt; der Eisenkern trägt im letzteren Falle zwei festsitzende Platten von Ebonit oder vulkanisirter Fiber von 2 mm Dicke. Der Widerstand der Spirale beträgt im Maximum 100 Ohm, der Durchmesser des Drahtes ohne Isolirung 0,15 mm.

Von der Spirale führen zwei mit ihren Enden verlöthete, mit

Digitized by Google

Baumwolle isolirte Drähte von 1 mm Durchmesser zu den Klemmschrauben, welche an der oberen Scheibe durch eine sechseckige

Fig. 26.



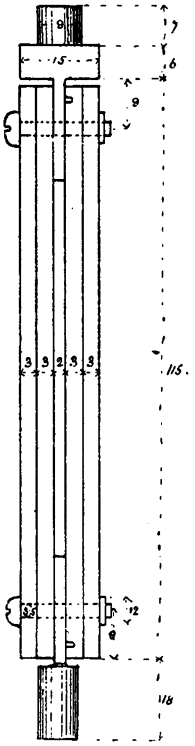
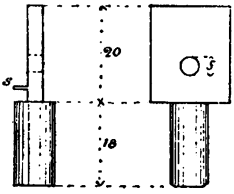


Fig. 27.



Schraubenmutter und einen Stellstift befestigt sind. Alle von aussen sichtbaren Theile sind gut vernickelt und polirt.

Digitized by Google

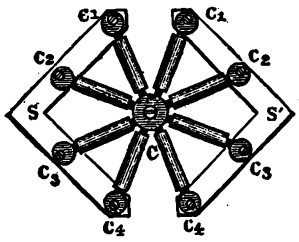
Capitel VII.

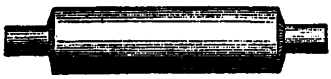
Sender.

Der Gower-Bell-Sender.

34. Dieser Sender, der in der Fig. 28 dargestellt ist, besteht aus acht Kohlenstäbchen, die, sternförmig von einem in der Mitte gelegenen Kohlenlager ausgehend, in acht Kohlenklötzchen C_1, C_2, C_3, C_4 etc. eingelagert sind. Letztere sind an der inneren Seite der Schallplatte angeschraubt, die aus dünnem Tannenholze (etwa 16 cm Länge zu 12 cm Breite) besteht. Die Kohlenstäbchen, die unten in der Figur in natürlicher Grösse dargestellt sind, sind in zwei Gruppen von je vier mittelst dünner Kupferstreifen mit einander verbunden. Der Batteriestrom tritt auf seinem Wege nach dem primären Drahte der Inductionsrolle durch vier der äusseren Kohlenlager ein, fliesst durch eine Gruppe von vier Kohlenstäbchen in das mittlere Kohlenlager und tritt durch die zweite Gruppe der Kohlenstäbchen aus.

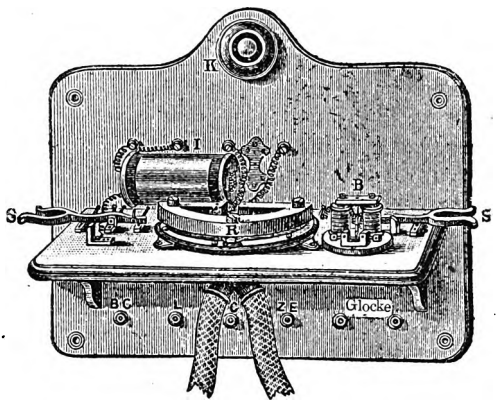
Fig. 28.





Der Schalltrichter ist in ein Brettchen von Teakholz eingelassen,

Fig. 29.

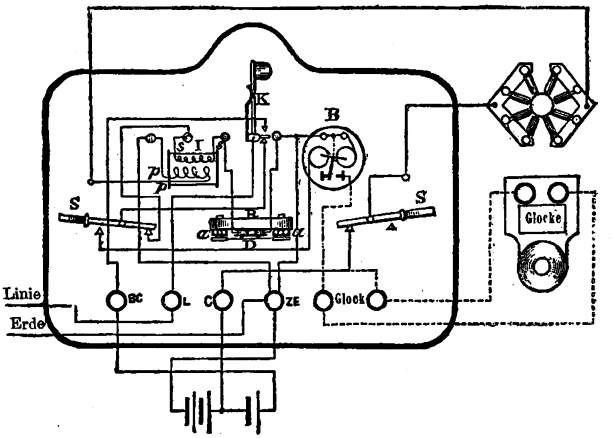


welches den Deckel des Mikrophonkästchens bildet, und ist mit einem porzellanenen Mundstück versehen.

Digitized by Google

Der Empfänger befindet sich in dem Mikrophonkästchen und besteht aus einem permanenten Hufeisenmagnet, dessen Pole so nahe wie möglich der Mitte der Membran anliegen. Zwei kleine Draht-

Fig. 30.



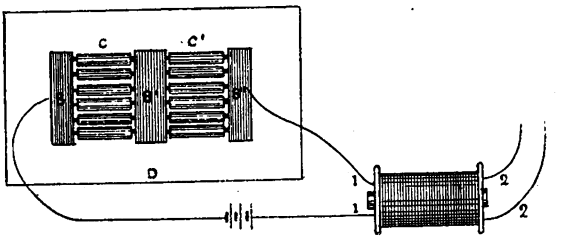
rollen mit Kernen von weichem Eisen sind auf die beiden Pole aufgeschraubt.

Die ganze Anordnung und Schaltung des Instrumentes ist aus den Figuren 29 und 30 ersichtlich.

Aders' Sender.

35. Wie in dem vorhergehenden Apparate, so finden wir auch hier die Kohlenstäbchen, jedoch in grösserer Anzahl, wieder. Dieselben

Fig. 31.



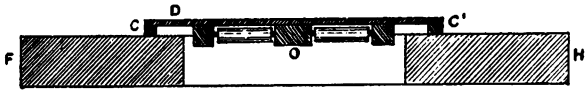
liegen parallel zwischen drei Kohlenleisten B, B_1, B_2 (Figuren 31 und 32). Der Batteriestrom, auf seinem Wege nach dem primären

Digitized by Google

Drahte der Inductionsrolle, tritt durch die Leiste B ein, fliesst durch die bei C befindlichen Stäbchen und tritt durch die Leiste B_2 aus.

Die Schallplatte D besteht wie in dem Gower-Bell-Sender aus einem dünnen Tannenbrettchen, und mittelst derselben lässt sich eine

Fig. 32.

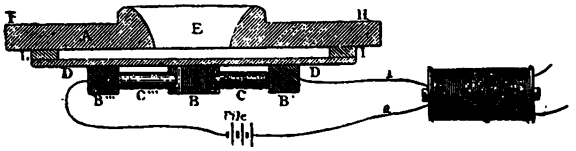


telephonische Unterhaltung in einiger Entfernung vom Apparate fortführen. Die Schallplatte ist in einen Kautschukrahmen eingelassen, welcher seinerseits an das bei o ausgehöhlte und zur Aufnahme der Kohlenstifte bestimmte Brett FH angeleimt ist.

Crossley's Sender.

36. Die Membran dieses Apparates (Figuren 33 und 34) ist ein äusserst dünnes Tannenbrettchen D, das an seinen vier Ecken auf

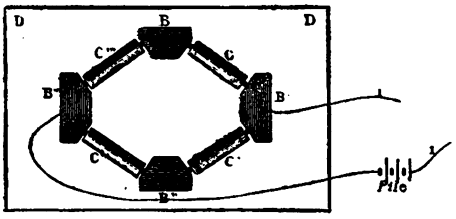
Fig. 33.



kleine Korkbrettchen L geleimt ist. Letztere sind ihrerseits an ein Holzbrettchen FH befestigt, in dessen Mitte sich der Schalltrichter E befindet.

Unterhalb der Membran sind vier Kohlenklötzchen B, B', B'', B''' befestigt, zwischen welchen vier Kohlenstäbchen C, C', C'', C''' perlenförmig aufgereiht sind.

Fig. 34.



Aus Fig. 34 ist ersichtlich, dass die an ihren Enden verjüngten Kohlenstäbchen C in die Durchbohrungen der Kohlenleisten B lose eingreifen.

Die Veränderungen des Contacts zwischen den Kohlenstäbchen und Kohlenleisten erzeugen, wie wir schon beim Hughes'schen Mikrophon

Digitized by Google

erwähnt, Veränderungen der Stromstärke im primären Stromkreise der Inductionsrolle. Diese Veränderungen ergeben sich in folgender Weise: Wenn die schwingende Membran eine Bewegung von oben nach unten macht, so folgen die Leisten B, B′, B″, B‴ dieser Bewegung, während die Stäbchen C, C′, C″, C‴ vermöge der ihnen einwohnenden Trägheit in ihrer ursprünglichen Lage zu verbleiben geneigt sind, und auf diese Weise ergibt sich ein loser Contact zwischen den Stäbchen und den Leisten. Führt hierauf die Membran eine entgegengesetzte Bewegung von unten nach oben aus, so pressen sich die Leisten, welche der Membran folgen, dichter gegen die noch im Herabgehen begriffenen Stäbchen an, und ein innigerer Contact zwischen den Stäbchen und den Leisten ist die Folge. Der Strom durchfliesst die Kohlentheile des Senders in der folgenden Weise:

Er tritt durch die Leiste B‴ ein, fliesst gleichzeitig durch die Stäbchen C″ und C‴, durch die Leisten B, B′, B″, die Stäbchen C und C′ und tritt durch Leiste B′ aus.

Paul Bert's und D'Arsonval's Sender.

37. Die Construction dieses Apparates unterscheidet sich von der des Hughes'schen Mikrophons lediglich durch die Anzahl der Kohlencontacte und die Art und Weise der Regulirung.

Fig. 35.

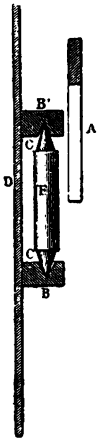
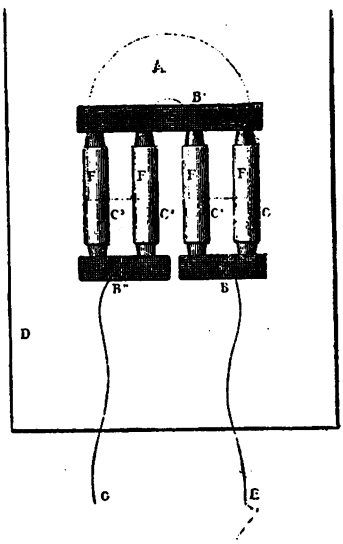


Fig. 36.



Die Kohlenleisten B, B′, B″ (Fig. 36) haben konische Durchbohrungen zur Aufnahme der Kohlenstäbchen; letztere sind in Eisenblechhülsen F eingeschlossen, und hinter denselben befindet sich ein Magnet A, der in Fig. 35 im Durchschnitt und in Fig. 36 durch punktirte Linien angezeigt ist. Dieser Magnet, der sich mittelst einer Schraube den Kohlencontacten nähern oder von denselben sich entfernen lässt, zieht die Eisenhülsen der Kohlenstäbchen in solcher Weise an, dass unter dem Einfluss der Schwin-

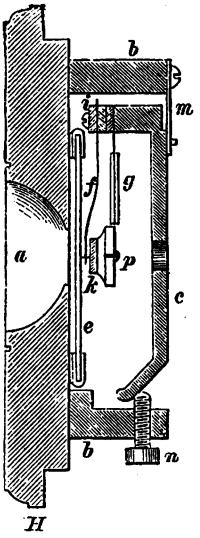
Digitized by Google

gungen der Membran D deren Contacte mit den Leisten B, B', B'' sich verändern, ohne vollständig unterbrochen zu werden; daraus entstehen Veränderungen des Widerstands und der Stromstärke, wie solche schon mehrere Male erwähnt wurden. Aus Fig. 35 ist ersichtlich, dass die beweglichen Kohlenstäbchen je zwei hinter einander und zwei neben einander eingeschaltet sind; der Strom, welcher durch E eintritt, geht nach der Leiste B und fliesst gleichzeitig durch die Stäbchen C und C', von da geht er nach der Leiste B' und fliesst gleichzeitig durch die Stäbchen C^2 und C^3 und tritt durch die Leiste B'' aus. Der weitere Verlauf des Stromes ist wie bei allen anderen Mikrophonen durch den primären Draht einer Inductionsrolle nach dem secundären Draht, der mit der Linie in Verbindung steht.

Blake's Sender [1]).

38. Ungleich den vorhergehenden Apparaten gehört der Blake'sche Transmitter zu den Eincontactern, d. h. verwendet nur einen einzigen Kohlencontact, während die drei obigen Instrumente deren mehrere besitzen. Er unterscheidet sich jedoch von den meisten Mikrophonen dadurch, dass keiner der Contactkörper an der Schallmembran befestigt erscheint. Damit ist der Vortheil erzielt, dass der Contact sich nicht verändert, wenn äussere Einflüsse auf die Membran wirken. So z. B. hört man selbst bei mässigen Temperaturveränderungen an vielen Mikrophonen, die einen fixen Contactknopf an der Membran besitzen, ein störendes Knacken.

Fig. 37.



Um seinen Transmitter (Figuren 37 und 38) von derartigen nachtheiligen physikalischen Einwirkungen möglichst unabhängig zu machen, hat Blake beide Contactkörper an Federn g und f aufgehängt, welche durch ein an einer Feder oben befestigtes Winkelstück c, gegen einander isolirt, gehen. Der eine Contactkörper besteht aus einem gepressten Kohlenscheibchen k, welches in einer von der Feder g getragenen Messinghülse liegt. Der andere Contactkörper ist ein Platinstift oder ein Platinhämmerchen am unteren Ende der Feder f. Durch diese Federn werden die Contact-

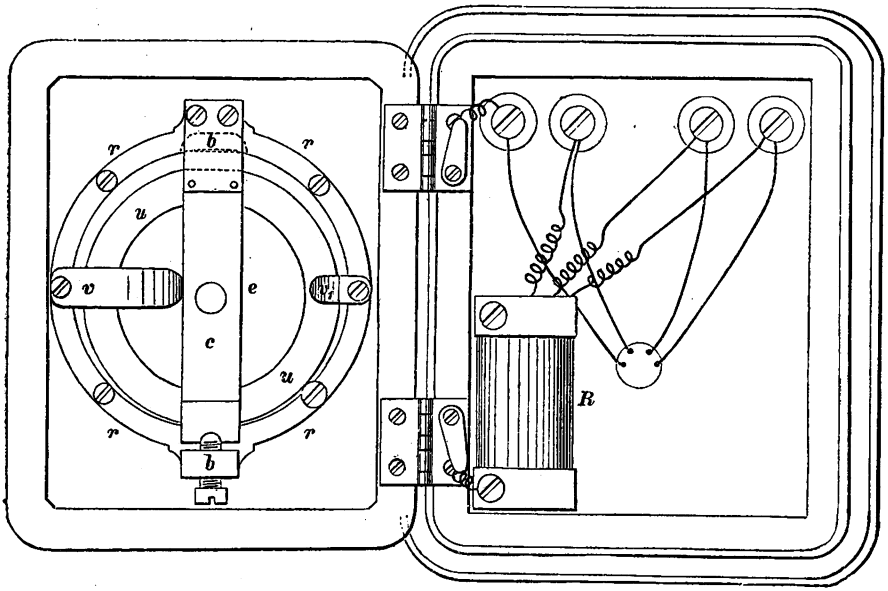
[1]) Bericht über die elektrische Ausstellung, Wien 1883, p. 267.

Digitized by Google

körper gleichmässig gegen einander, und der Platinstift auch an die kreisförmige, eiserne Schallmembran gedrückt. Die letztere ist am Rande in Gummi gefasst und dadurch gegen die störenden Geräusche isolirt, welche der Schallplatte von dem Gehäuse mitgetheilt werden könnten. Der Contact der beiden Berührungskörper kann jetzt nur durch Schallwellen, welche die Eisenmembran von aussen treffen, verändert werden.

Um die Berührung zwischen den Contactkörpern und der Schallmembran reguliren zu können, dient die Schraube n, auf welcher

Fig. 38.



die untere schiefe Ebene des den Contactkörpern gemeinsamen Trägers c liegt. Dieser Transmitter wird in lothrechter Lage angebracht und gewöhnlich nur mit einem Leclanché-Element betrieben. Der von letzterem ausgehende Stromlauf nimmt seinen Weg durch einen Draht zur zweiten Klemme (Fig. 38, innere Seite des Kästchens), von da zur Rolle des Inductoriums R, sodann über das untere Charnier des Kästchens, einen Leitungsdraht, den Hinterrand des metallenen Rahmens b zur Schraube n; von hier über den metallenen Träger c (Regulirhebel genannt) zur Feder g, dann durch die Contactkörper bei k zur Feder f, über einen Leitungsdraht zum oberen Charnier

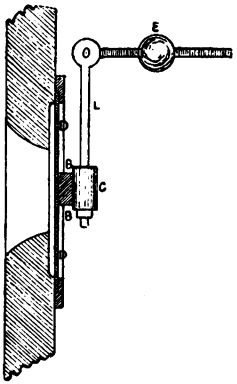
Digitized by Google

des Kästchens, zur ersten Klemme (Fig. 38) und zum Element zurück. Die beim Sprechen gegen die Schallmembran entstehenden Schwankungen des Hauptstroms in dem primären Draht der Rolle R erregen in dem secundären Drahte die Inductionsströme, welche mittelst der zu den beiden anderen Klemmen reichenden Inductionsdrähte in der geschlossenen, die Telephone enthaltenden Linienleitung kreisen, indem letztere und die Rückleitung ebenfalls an beide letzteren Klemmen befestigt sind. Dem Blake'schen Transmitter ist ein Bell'sches Hörtelephon beigegeben, welches einen geraden, aus drei kräftigen Stäben bestehenden Magnet und eine starke Inductionsrolle besitzt.

Maiche's Sender.

39. Ein Kohlenklötzchen B (Fig. 39) ist im Mittelpunkt einer äusserst dünnen Korkmembran von 4—5 cm Durchmesser befestigt und presst gegen ein Kohlenstäbchen C, das am unteren Ende eines bei O artikulirten Hebels L befestigt ist. Das obere Ende des Hebels bildet eine zur Regulirung der Kohlencontacte dienende Schraube E. Maiche befestigt drei, vier oder auch fünf ähnlich construirte Scheiben auf einem gemeinsamen Brettchen, dessen Vorderseite er mit einem Stück Tuch bekleidet.

Fig. 39.



Die Contacte sowohl als die entsprechende Anzahl von Inductionsrollen werden je nach den Erfordernissen des elektrischen Widerstandes entweder neben oder hinter einander eingeschaltet.

Locht Labye's Sender.

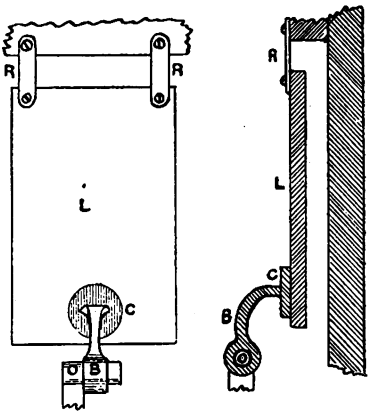
40. In allen oben beschriebenen Sendern wird die aus einer dünnen Metallplatte oder einem dünnen Tannenbrettchen bestehende Membran in ihrem ganzen Umfang festgehalten. In Locht Labye's Apparat (Fig. 40) wird nur der obere Theil eines kleinen Korkbrettchens L durch zwei äusserst biegsame Federn RR festgehalten. An dem unteren Theile des Brettchens L ist ein Kohlenscheibchen C befestigt, gegen welches ein Metallhebel B presst.

Der Contact zwischen dem Kohlenscheibchen und dem gegen dasselbe pressenden Hebel schliesst den Stromkreis der Batterie durch den primären Draht einer Inductionsrolle, deren secundärer Draht zur Linie geht.

Digitized by Google

Spricht man vor dem Brettchen L, so wird dasselbe in Schwingungen gesetzt, und es erfolgen Veränderungen des Widerstandes an der Contactstelle zwischen C und B. Diese Veränderungen des Widerstandes äussern sich durch Veränderungen der Stromstärke in dem primären Draht des Inductoriums und erzeugen secundäre Ströme von entgegengesetzter Richtung in dem zur Linie gehenden secundären Drahte. Der Hebel B ist bei O artikulirt, wodurch die Regulirung des Apparates ermöglicht wird.

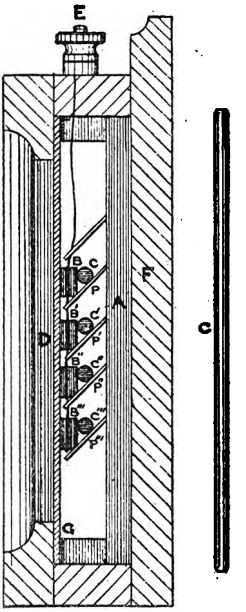
Fig. 40.



Der Sender und das Inductorium sind in ein mit einem wollenen Tuche bedecktes Kästchen eingeschlossen; hiedurch werden die Luftschwingungen einigermassen gedämpft und die Unterbrechungen des Contacts vermieden.

Dejongh's Sender.

Fig. 41.



41. Derselbe besteht aus einer Membran von Tannenholz, an welcher zwei Gruppen von Kohlenstücken mit polirten Oberflächen befestigt sind. Die zu einer Gruppe gehörigen Kohlenstücke sind mittelst eines biegsamen Drahtes sorgfältig mit einander verbunden. Hinter der Membran, in einer Entfernung von 1.3 cm, ist ein Bodenbrett angebracht, auf welchem zwei Reihen von Messingstiften befestigt sind, die, in einem Winkel von etwa 45° gebogen, gewissermassen eine Anzahl schiefer Ebenen bilden. Vier ebenfalls polirte Kohlenstäbchen ruhen lose auf diesen Stiften und ein Kautschukkissen trennt die Membran von dem Bodenbrett. Das Ganze wird in ein geeignetes Kästchen eingeschlossen und vertical an irgend einer Stelle befestigt.

Die Kohlenstäbchen pressen lose gegen die Kohlenstückchen der Membran und ver-

Digitized by Google

binden dieselben unter einander, und wenn man vor der Membran spricht, so wird der Druck und damit auch der Strom entsprechend verändert.

Fig. 41 stellt das Instrument im Durchschnitt dar. A ist das Bodenbrett des Senders, in welchem die Stifte P, P', P'', P''' befestigt sind. B, B', B'', B''' ist die eine Gruppe der Kohlenstückchen, die mittelst des Drahts E zusammengebunden sind. C, C', C'', C''' sind die Kohlenstäbchen, welche gegen die beiden Gruppen von Kohlenstückchen pressen. D ist die Membran, welche durch den Deckel des Kästchens F festgeklemmt wird; G das Kautschukkissen zwischen der Membran und dem Bodenbrett.

Berliner's Sender.

42. Dieses Instrument wurde von Emil Berliner aus Boston, Mass., im Jahre 1877 patentirt; und, ohne uns auf die missliche Telephonpatentfrage einzulassen, lässt es sich nicht läugnen, dass dieses Patent der Erfindung des Hughes'schen Mikrophons vorangeht.

Der Apparat, der sich verdientermassen eines ausgezeichneten Rufes erfreut, hat in Europa sowohl als in den Vereinigten Staaten eine ausgedehnte Anwendung gefunden und lässt sich als der ursprüngliche Typus jener Mikrophone bezeichnen, welche Pendelmikrophone genannt werden, d. h. Mikrophone, in welchen der eine Contactkörper pendelförmig aufgehängt ist.

In Fig. 42 [1]) wird der Contact gebildet durch ein an dem gebogenen Metallstück t hängendes, leicht bewegliches, für die Berührung abgerundetes Stäbchen k aus Hartkohle, welches an einer im Mittelpunkteder eisernen Schallmembran P befestigten harten Kohlenplatte c liegt und vermöge seines Gewichts gleichmässig darauf drückt. Die kreisrunde Membran P ist, um ihre Vibrationen zu isoliren, um den Rand herum mit weichem Kautschuk belegt. Um auch die Schwingungen in ihrer Mitte zu dämpfen, liegt zwischen ihr und der Kohlenscheibe eine in diesem Theile mit Kautschuk überzogene Feder f, welche sich, nachdem das Instrument geschlossen worden ist, mit ihrem freien Metallende an eine andere Feder q des Inductoriums J leitend anlegt und dadurch die Verbindung mit dem einen Drahtende der inneren Spule r für den Hauptstrom herstellt.

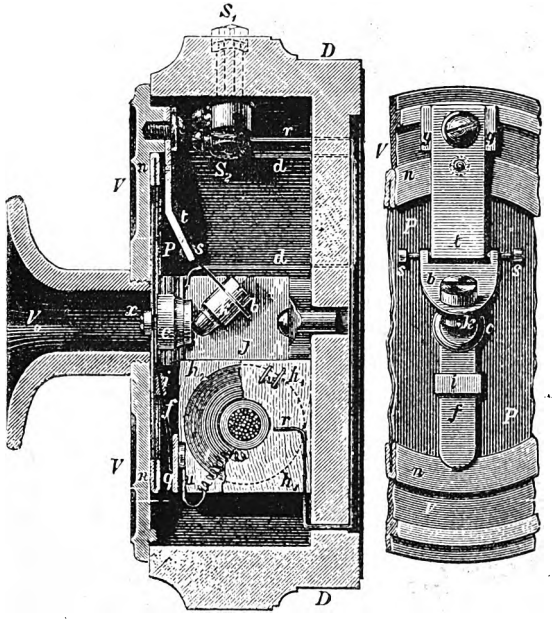
Zugleich wird dann durch jene Feder f die Schallmembran P in allen ihren Punkten an ihr Lager im gusseisernen Deckel gedrückt.

[1]) Bericht über die internationale elektrische Ausstellung, Wien 1883, p. 265.

Digitized by Google

Bei offenem Deckel dagegen ist die Membran P nur oben mittelst eines Metallarmes befestigt, der auch die Zwischenstücke für den Kohlenknopf k zu tragen hat. Je nach den kleineren oder grösseren Leitungswiderständen werden leichtere oder gewichtigere Kohlenknöpfe angewendet. Das Gehäuse dieses Transmitters hat die Form einer kreisrunden Dose und ist unterhalb des Deckels von Holz. Es wird im geschlossenen Zustande gewöhnlich nur mit einem Leclanché-Elemente benutzt. Der primäre Strom läuft dann von letzterem zu einer am Gehäuse befindlichen Metallklemme S_1, von hier durch das Charnier

Fig. 42.



des Gehäuses zum Metallarm, der die Membran trägt, dann zur beweglichen Kohle k, von dieser zur fixen c, von da vermöge der sich berührenden Metallfedern f und q durch die innere Spule r des Inductoriums J zur Metallklemme S_2 und endlich zum Element zurück. Der Draht der secundären Rolle J des Inductoriums ist mit zwei anderen äusseren Metallklemmen verbunden. Schaltet man in den letzteren die Linien und Rückleitung ein, so circuliren in dieser geschlossenen Leitung die Inductionsströme, welche beim Sprechen gegen die lothrechte Platte P des Senders durch die Schwankungen des Hauptstromes

Digitized by Google

erregt werden und welche die Sprachlaute mittelbar nach allen in der Linienleitung eingeschalteten Telephonen übertragen.

Fig. 43.

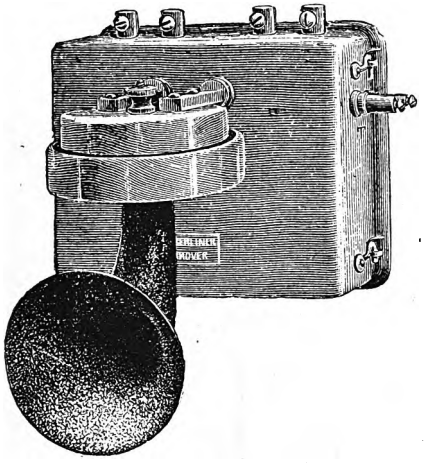
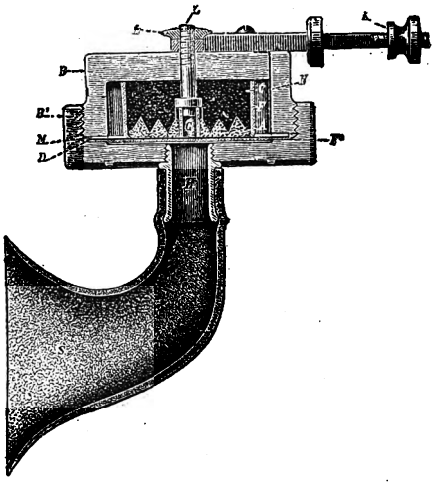
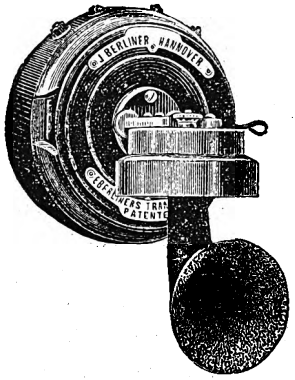


Fig. 44.



Für lange Linien verwendet Berliner einen besonderen Transmitter mit kräftigem Inductorium und mit drei Contacten, deren bewegliche Kohlenknöpfe von verschiedenem Gewichte sind.

Fig. 45.



Die neueste Form des sogenannten Universaltransmitters, der eigentlich zur Klasse der körnigen Kohlentransmitter gehört, ist in Fig. 43 abgebildet; Fig. 44 zeigt die innere Construction des Apparates. B ist ein hölzernes Kästchen mit einem Schraubendeckel B'. Ein Messingring M, welcher die schwingende Kohlenplatte festhält und derselben den Strom zuleitet, ist am Rand des Kästchens B befestigt. Der aus Hartkohle bestehende Contactkörper C ist in dem Kästchen mittelst eines mit einer Schraubenmutter E versehenen Stiftes L befestigt. Der Stift L wird mittelst der Mikrometerschraube JK regulirt. Der zweite Leitungsdraht geht nach N, und unterhalb des Stiftes L, welcher durch C hindurchgeht, ist ein konischer Zapfen,

Digitized by Google

welcher genau in die konische Oeffnung des Contactstückes C passt. Diese Anordnung erfüllt einen doppelten Zweck: erstens wird dadurch ein guter Contact erzielt, und zweitens dient dieselbe zur Aufnahme des Kautschukröhrchens G, dessen Oeffnung gegen die Kohlenmembran D presst, deren Schwingungen auf diese Art gedämpft werden. Der Kohlencontact C ist seinem ganzen Umfang nach von einem Filzring F umgeben, dessen unterer Rand gleichfalls die Membran D berührt. Hiedurch bildet sich ein geschlossener Raum zwischen dem Kohlencontact, dem Filzring und der Membran, welcher zur Aufnahme der den Mikrophoncontact bildenden Kohlenkörner dient. Ein cylindrisches Stück H ist an dem Deckel angeschraubt und das Mundstück S an demselben befestigt.

Fig. 46.

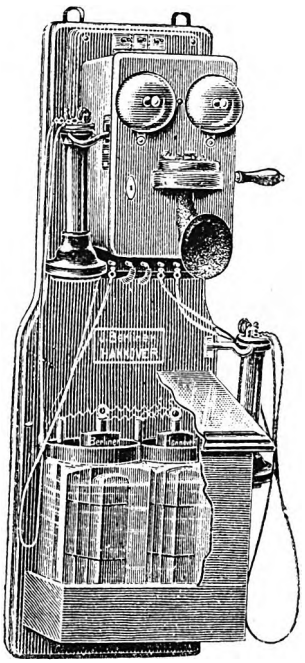


Fig. 45 zeigt, wie sich diese neue Construction den älteren Transmittertypen, wie z. B. dem ursprünglichen Berliner, Blake, Gower-Bell etc., anpassen lässt.

Fig. 46 zeigt eine vollkommene Einrichtung bei den Abonnenten.

Der Apparat ist von der österreichischen Regierung, von der belgischen Regierung (für die Linie Brüssel—Paris) und von der württembergischen Regierung eingeführt worden. Auf den Linien Hannover—Frankfurt (200 km), Berlin—Magdeburg, Brüssel—Verviers (Doppellinie von 500 km) und Genf—Aigle hat derselbe vorzügliche Resultate gegeben.

In Central- und Südamerika hat der Apparat die Sender von Gower, Ader und Blake verdrängt.

Böttcher's Telephon [1]).

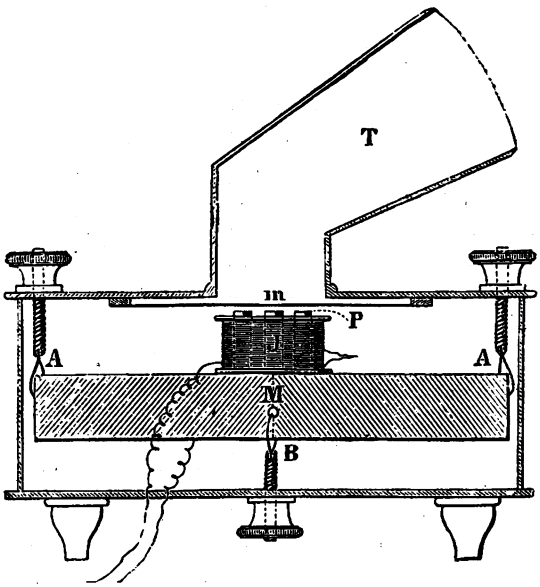
43. Dieser Apparat eigenthümlicher Construction, obgleich kein Kohlentransmitter, ist hier angegeben, weil er sich vorzugsweise zum Sender eignet. Er war auf der Wiener elektrischen Ausstellung im

[1]) Bericht über die internationale elektrische Ausstellung, Wien 1883, p. 254.

Digitized by Google

Jahre 1883 aufgestellt und wird von Schäfer und Montanus in Frankfurt a. M. und von Bréguet in Paris fabricirt. Derselbe besteht (Fig. 47) aus zwei Hufeisenmagneten A M A, deren gleichnamige Pole mit einander verbunden sind und die zwischen dem Boden des Gehäuses und der Membran m federnd aufgehängt sind, so dass sie sich durch die feinen Schrauben A A und B reguliren lassen. Um rasche und gründliche Wechsel der Magnetisation zu erzielen, construirt man jeden der zwei Polschuhe aus drei besonderen Eisenstäben P, welche von zwei Drahtspiralen J umgeben sind. Oberhalb dieser Eisenkerne liegt die

Fig. 47.



eiserne Membran m in einer Entfernung von $^1/_2$ mm. Nicht nur die Membran, sondern auch die Magnete schwingen beim Ansprechen in Folge der federnden Aufhängung gegen einander, woraus eine verstärkte Wirkung hervorgeht. Das auf Füssen ruhende Gehäuse dieses Telephons ist aus Metall, wodurch die unregelmässigen Veränderungen, denen hölzerne Einfassungen unterworfen sind, vermieden und längerer Halt der Regulirung erzielt wird. Ueber der Membran m befindet sich ein Schalltrichter T für das Hineinsprechen. Zu diesem Instrumente, das sich besonders gut als Sender eignet, gehören ein oder zwei leichte Hörtelephone, deren Magnet mit dem hölzernen Handgriff

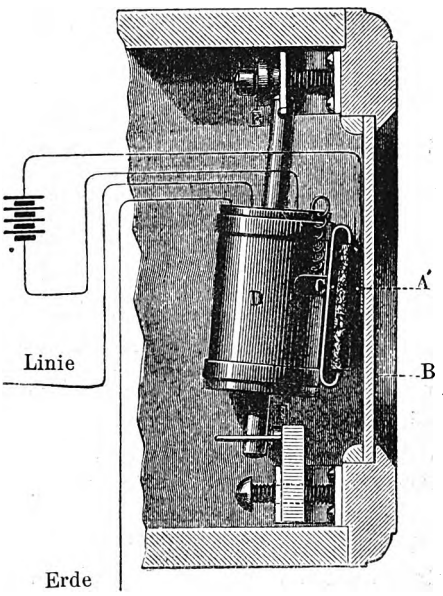
Digitized by Google

verkleidet ist und deren Polschuh und Inductionsrolle senkrecht zum Magnetpole und zur Membran stehen; es liegt also die Ebene der letzteren mit jener des Holzstieles parallel. Das Ganze hat beiläufig die Form eines gestielten runden Handspiegels. Die Vortheile dieser, jetzt auch von anderen Constructeuren adoptirten Anordnung treten besonders bei einer langen telephonischen Unterhaltung hervor, weil man nicht so bald ermüdet, indem die Hände in bequemer Lage am Körper bleiben, und nicht, wie bei den gewöhnlichen Hörtelephonen, in belästigender Weise lange Zeit in der Höhe gehalten werden müssen. Mehrseitig und glaubwürdig wird von dem Böttcher'schen Sender die grosse Tragweite, sowie die Deutlichkeit der Lautproduction und die Erhaltung der Klangfarbe gerühmt.

Clay's Mikrophon.

44. Die Patente des Clay'schen Telephonsystems sind in den Händen der Commercial Telephon Company in New-York und die Apparate waren auf der elektrischen Ausstellung in Philadelphia ausgestellt.

Fig. 48.



Das in Fig. 48 dargestellte Mikrophon besteht aus einem kleinen Holzbrettchen (Planchette) A, in dessen Mitte eine kleine mit einem Platincontact versehene Metallplatte befestigt ist. Gegen diesen Platincontact drückt das hohle Kohlenstäbchen B, welches durch den Draht C getragen wird, dessen beide Enden in das hohle Stäbchen hineinragen. Der Draht selbst ist an dem Inductorium festgemacht, das seinerseits an einem Ende an einem Charnier leicht beweglich aufgehängt ist. Das andere Ende gleitet mit ganz schwacher Reibung in einer eisernen Gabel als Führung. Zwischen dem Draht C und der Kohlenelektrode ist ein zweiter Platincontact am Drahte befestigt.

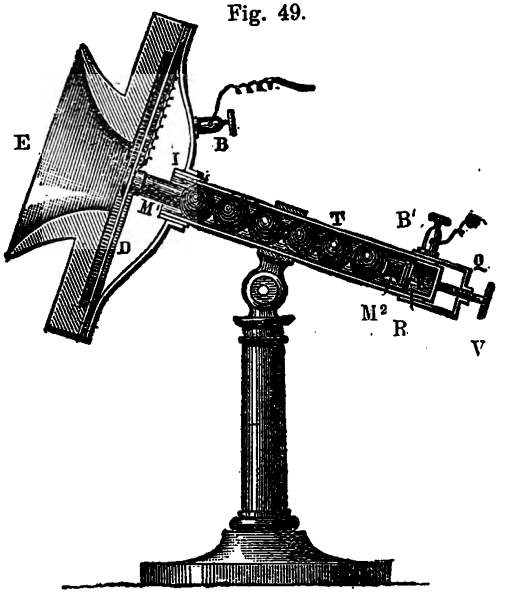
Digitized by Google

Die Regulirung des Instrumentes geschieht dadurch, dass man das Inductorium mehr oder weniger gegen die Planchette neigt, was mittelst der Regulirungsschraube leicht zu bewerkstelligen ist.

Der Strom läuft durch den primären Draht des Inductoriums, durch die Kohlenelektrode, den Metallcontact zur Batterie zurück.

Wenn nun ein starker Strom durch den primären Draht der Inductionsspule circulirt, so wird dadurch der Eisenstab des Inductoriums ziemlich stark magnetisch, er wird daher entsprechend stark von der eisernen Gabel angezogen, seine Bewegung ist gehemmt und die Vibrationen des Contactes werden gedämpft. Ist dagegen der Strom

Fig. 49.



nur schwach, so ist die Reibung zwischen Kern und Gabel entsprechend kleiner und die Dämpfung weniger stark. So soll bei richtigen Abmessungen erreicht werden, dass sich das Mikrophon automatisch allen verschiedenen Stromstärken anpasse und daher Stromwellen von ungefähr gleicher Intensität erzeuge. Nach der Angabe des Erfinders soll sich durch diese Vorrichtung das eigenthümlich knisternde Geräusch, das man so häufig bei Eincontactern findet, vermeiden lassen.

Dr. Boudet's Mikrophon.

45. Der in Fig. 49 dargestellte Transmitter besteht aus einem Mundstück E, das dem Ende I einer Glasröhre T von 1 cm Durch-

Digitized by Google

messer angepasst ist. Die Glasröhre ruht auf einem mit einem Kugelgelenke versehenen Ständer, der sich sonach in jeder Richtung verstellen lässt.

Das Mundstück trägt eine Ebonitplatte von 1 mm Dicke, an welcher ein in die Glasröhre hineinragender Kupfercylinder M' befestigt ist. In der Glasröhre befinden sich sechs Kugeln von harter Retortenkohle, die sich in der Röhre frei bewegen können.

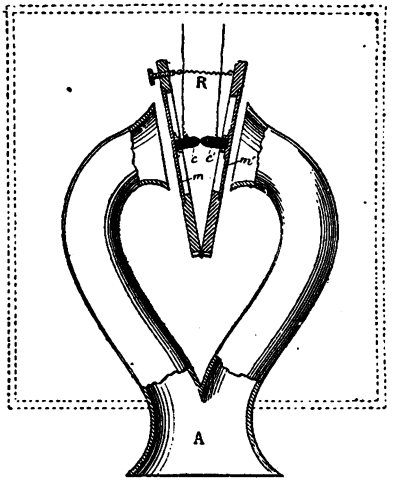
Am anderen Ende der Glasröhre befindet sich ein kupferner Knopf M^2, der mittelst einer in der Abbildung nicht dargestellten Spiralfeder gegen das Ende R des hohlen Cylinders K drückt. Die in dem Bügel Q angebrachte Schraube V dient zur Regulirung des Druckes, den M^2 auf die Kugeln ausübt. B und B' sind Klemmen zur Befestigung der Batterie- und Liniendrähte.

Die Veränderungen des Widerstandes im Mikrophon wirken gleichmässig auf alle Kugelcontacte, denn wenn man in das Mundstück hineinspricht, so werden die Schwingungen beinahe momentan übertragen, wie solches ja auch bei dem wohlbekannten Versuch mit Billardbällen der Fall ist.

Burnley's Transmitter.

46. Die Contactvariationen zwischen zwei Kohlenelektroden c und c' (Fig. 50) entstehen durch die Schwingungen zweier Membranen m und m', welche durch das Hineinsprechen in das Mundstück A hervorgebracht werden. Die Innigkeit des Contacts der beiden Elektroden wird durch die Schraube R regulirt.

Fig. 50.



Ein Stückchen Watte wird manchmal zwischen die beiden Membranen gelegt, um die unregelmässigen Schwankungen der inneren Membranflächen ohne Störung der gegen die Aussenflächen anschlagenden Töne zu dämpfen.

Die Regulirung des Apparates geschieht (wie sich aus Figuren 51 und 52 ergibt) mittelst der Feder R und der Schraube V,

Digitized by Google

oder durch stärkere oder mindere Neigung der Fläche, welche die eine der Elektroden trägt.

Für Multipeltelephonie schlägt Burnley eine Art Transformer vor, welche aus einer Anzahl von Spiralen bestehen, in denen die

Fig. 51.

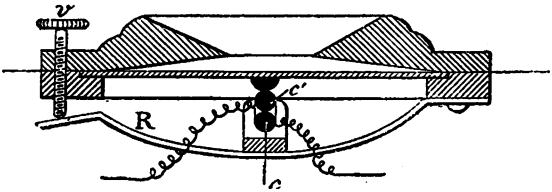
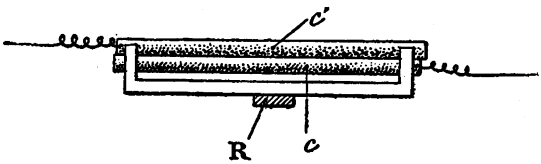


Fig. 52.



dicken primären Drähte mit der Telephonbatterie in Verbindung stehen. Die Ströme der Batterie werden durch den feinen secundären Draht der Spiralen in hochgespannte Linienströme verwandelt.

Dr. Wreden's Phonophor [1]).

47. Dieser Apparat, der im Jahre 1883 in Wien ausgestellt war, zog sowohl durch seine Einfachheit, als durch seine Leistungsfähigkeit die grösste Aufmerksamkeit auf sich.

Derselbe besteht aus einer dünnen Korkscheibe oder seltener aus einer Hartgummiplatte T (Fig. 53), welche den einen Contactkörper K trägt, während der andere K' daran durch einen Hebel G H R angedrückt wird. Die Regulirung dieses Kohlencontacts K K' erfolgt mittelst Verschiebung eines an jenem Hebel befindlichen Gewichtes G, oder durch Hinzufügung eines Uebergewichtchens, deren dem Instrument sechs beigegeben sind, und die successive nach Nummern von 2 dg bis 1 g wachsen. Je kleiner das Uebergewichtchen, desto loser ist der Contact und desto empfindlicher zeigt sich das Mikrophon. Dasselbe findet statt, je mehr man das Laufgewicht G durch dessen langsame Umdrehung dem Unterstützungspunkte des Hebels nähert.

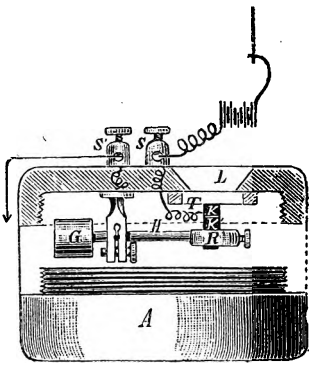
[1]) Bericht über die elektrische Ausstellung, Wien 1883, p. 275.

Digitized by Google

Der für die herrschenden Verhältnisse erreichte beste Empfindlichkeitsgrad bleibt beständig und bedarf keiner Nachregulirung. Der Lauf des elektrischen Stromes ist SKK'RHS' und zurück zur Batterie. Gesprochen wird durch den Trichter L.

Einfache sowohl als mehrfache Contactphonophore waren in Wien ausgestellt; in letzterem Falle waren die verschiedenen Contacthebel (3, 4, 6 und 12 in der Zahl) je nach den individuellen Widerstandsbedingungen entweder hinter einander oder neben einander eingeschaltet. Für die Reproduction von Orchestermusik ist die Parallelschaltung besonders günstig.

Fig. 53.



Ein solcher Apparat besserer Construction ist in unserer Figur dargestellt und besteht aus einem dosenförmigen Kästchen, das beim Sprechen in der Hand gehalten wird und ein bis zwölf Contacthebel hat; soll derselbe zu Taucherzwecken benutzt werden, so wird die Dose wasserdicht gemacht und mit Blei beschwert.

Das Kästchen für eine volkommen eingerichtete Telephonstation enthält das an dem Deckel befestigte Phonophor, das Inductorium und alle die übrigen Telephonapparate.

Mix und Genest's Mikrophon[1]).

48. Dieses Instrument wird in neuester Zeit von der Reichstelegraphenverwaltung verwendet und ist so eingerichtet, dass, während der Vortheil der senkrechten Lage der Membran beibehalten wird, die Verschiebung der Kohlencontacte, welche diese Construction gewöhnlich begleitet und das störende schnarrende Nebengeräusch zur Folge hat, durch eine Art Bremsvorrichtung vermieden wird.

Der Apparat, der in den Figuren 54 und 55 dargestellt ist, besteht aus einem gusseisernem Ringe R, auf welchem das zum Hineinsprechen dienende Mundstück T mittelst Schrauben befestigt ist. Die aus feinadrigem Tannenholz hergestellte, gut lackirte Membran M liegt in einer Vertiefung des Ringes und ist mit einem Gummibande versehen. Durch die beiden Klemmen $a\,a_1$ wird die Membran gehalten.

[1]) Rundschau der Elektrotechnik, 1887.

Digitized by Google

Zwei auf der Membran befestigte Kohlenhalter b b tragen in Ausbohrungen die Zapfen der Kohlenwalzen k k k. Ein federnder Steg f, welcher quer über die Walzen gelagert ist, bildet die Bremsvorrichtung. An der hinteren Seite dieser Feder sitzt eine Messingplatte und zwischen dieser und den Walzen eine weiche, elastische Masse d, am besten von Klavierfilz.

Mittelst der Schrauben s und s_1 können die Kohlenwalzen etwas nach vorn verschoben und gegen die Halter angepresst werden, so dass ein Rollen der Walzen ausgeschlossen ist, ohne dass die genügende Beweglichkeit derselben gehindert würde.

Der Widerstand des Mikrophons mit drei Walzen beträgt im Mittel 4.5 Ohm. Die primäre Inductionsrolle enthält 250 Windungen

Fig. 54.

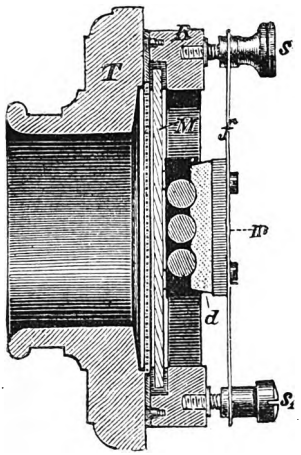
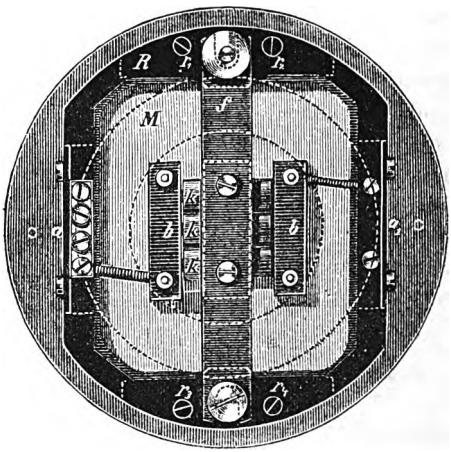


Fig. 55.



0.5 mm starken Kupferdrahtes mit einem Widerstand von 1 Ohm, die secundäre 2900 Windungen von 0.13 mm starken Kupferdrahtes mit einem Widerstand von 200 Ohm. Die Aenderung der Mikrophonwiderstände durch die Federregulirung findet nur in geringen Grenzen statt.

Die Lautgebung durch den beschriebenen Apparat ist eine sehr reine und selbst auf längeren oberirdischen Leitungen aus Eisendraht, bis auf 200 km, eine gute. In Kabelleitungen wurde noch Verständigung auf 25 km erzielt.

Die Regulirung des Apparats ist für die verschiedenen Betriebstheile leicht und sicher zu bewerkstelligen.

Digitized by Google

Ericsson's Transmitter [1]).

49. Durch besondere Schönheit der Ausstattung und vorzügliche Arbeit zeichneten sich auf der Wiener Ausstellung die von L. M. Ericsson & Co. in Stockholm construirten Mikrotelephon-Apparate aus.

Der Transmitter zeigt einen lothrechten Schalltrichter, der an seinem unteren Ende (Fig. 56) eine wagrechte Membran s besitzt. Diese trägt nach innen in ihrem Mittelpunkt ein Kohlenscheibchen,

Fig. 57.

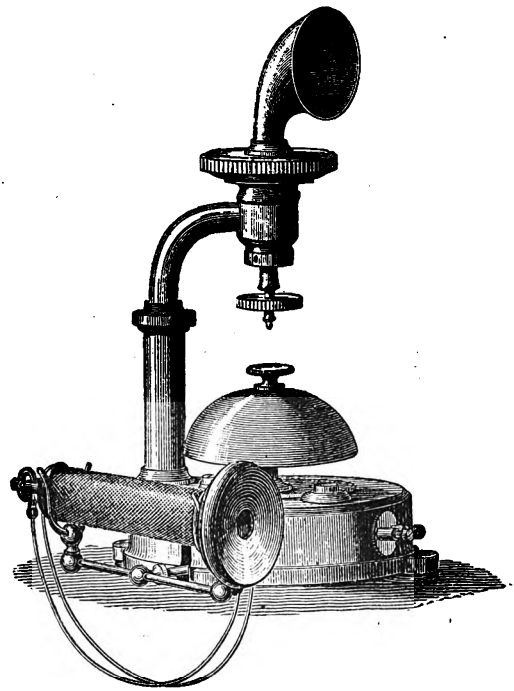
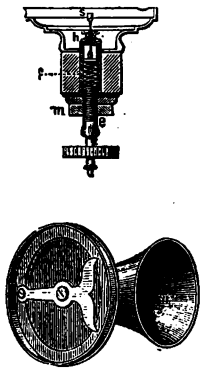


Fig 56.



mit welchem ein von einem Metallstifte getragenes Platinknöpfchen dadurch einen Contact bildet, dass eine Feder f jenen Stift nach aufwärts drückt. Hiebei wird auch mit dem anderen Ende des Stiftes ein zweiter gleicher Platinkohlencontact hergestellt. Sowohl die Feder als der Stift besitzen in dem Gehäuse ihre Führung. Die Regulirung der Contacte erfolgt mittelst der Mikrometerschraube e, welche bei m

[1]) Bericht über die Wiener elektrische Ausstellung, 1883, p. 276.

Digitized by Google

die zugehörige Mutter hat. Als Empfänger dient ein Magnettelephon, als Rufer eine elektromagnetische Glocke. Fig. 57 stellt den Gesammtapparat dar.

Hipp's Mikrophon.

50. Dieser Apparat, der in den Figuren 58 und 59 in zwei verschiedenen Formen dargestellt ist, unterscheidet sich wesentlich von der gewöhnlichen Form der Mikrophone.

Fig. 58.

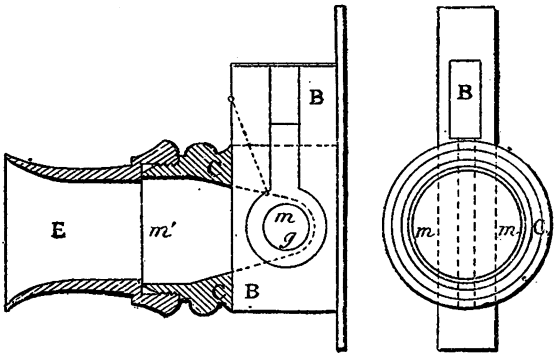
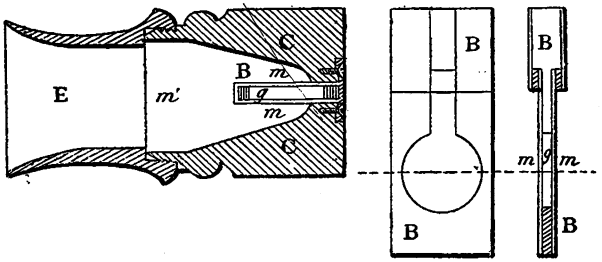


Fig. 59.



Der wesentliche Theil des Instruments besteht aus einem flachen cylindrischen Kästchen B, aus nicht leitendem Material gefertigt. Eine elastische Membran m bildet den Deckel sowohl als den Boden des Kästchens. Ist diese Membran ein Nichtleiter, so werden zwei Stückchen sehr dünnen Platinblechs auf der Innenseite der Membran aufgeleimt. Der freie Raum im Inneren des Kästchens wird mit einer

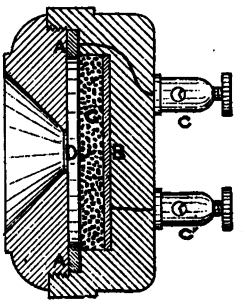
Digitized by Google

geeigneten leitenden Substanz von körniger Form (g) angefüllt. Die Verbindung mit dem Stromkreis der Batterie geschieht durch zwei Metalldrähte, die an dem leitenden Theile der Membran angelöthet sind. Dieses Kästchen wird in einer cylindrischen Höhlung C auf solche Art angebracht, dass seine Achse rechtwinklig zur Achse der Höhlung steht. Letztere wird vorn durch eine elastische Membran m' geschlossen, und an dieser Membran ist das Mundstück E befestigt.

Hunning's Sender.

51. Dieses Instrument gehört zur Klasse der körnigen Kohlenmikrophone. Es besteht aus einer Membran von Platinblech von etwa 5.7 cm, hinter welcher in einer Entfernung von 1.5—3 mm eine aus Metall oder Kohle bestehende Platte befestigt ist. Der Raum zwischen letzterer und der Membran ist lose mit körniger Kohle angefüllt (gepulverter und gesiebter Coke, frei von Staub, gibt das beste Resultat). Das Ganze wird in ein geeignetes, mit einem Mundstück versehenes Holzkästchen eingeschlossen. Die Membran wird durch ein feines am Ende des Mundstücks angebrachtes Drahtnetz geschützt. Das Instrument functionirt in folgender Weise: Wenn man in das Mundstück hineinspricht, so wird die innere Oberfläche der Platinmembran mehr oder weniger mit der körnigen Kohle in Contact gebracht, so dass die Kohlenkörner dichter gegen einander gepresst werden. Der Widerstand, den diese dem Strome darbieten, wird demnach durch die Schwingungen der Platinmembran und folglich durch die Schallwellen bedingt.

Fig. 60.



In der Fig. 60 ist A A ein Metallring zur Befestigung des Drahtnetzes und der Platinmembran. B ist die Rückplatte, D die Platinmembran. C C sind die an dem Ringe A und der Platte B befestigten Klemmschrauben zur Verbindung des Mikrophons mit der Batterie und dem Inductorium. G ist die zwischen D und B befindliche Kohle.

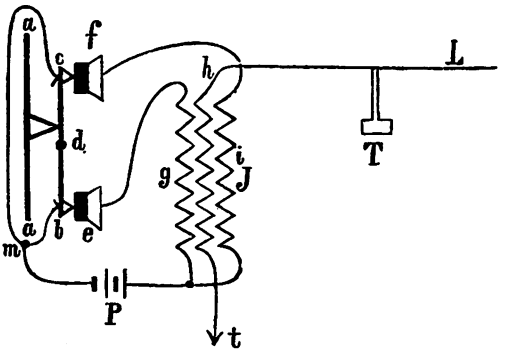
Freeman's Transmitter.

52. In der Absicht, die Wirkungen des Mikrophons zu verstärken, hat man versucht, die Stromschwankungen durch doppelte Inductions-

Digitized by Google

rollen und anderweitige doppelte Wirkungen zu vermehren. Eine Anzahl von Mikrophonen kommen unter diese Kategorie und unter ihnen nimmt das obige Instrument eine hervorragende Stellung ein, Es erinnert in seinen wesentlichen Theilen an den Blake-Sender; a a (Fig. 61) ist die Membran, welche an dem doppelarmigen Hebel b c anliegt; letzterer hat bei c und d sein festes Centrum. In b und c pressen zwei Platincontacte gegen die Kohlenknöpfchen e und f. Das Inductorium i besteht aus drei bestimmten Spiralen. Die Spiralen in der Mitte g, welche den weichen Eisenkern direct umgeben, bestehen aus einer kleinen Anzahl von Windungen starken Drahtes und bilden einen Theil des primären Stromkreises. Dann kommt der secundäre Stromkreis, der aus einer grossen Anzahl von feinen Drahtwindungen

Fig. 61.



besteht und die äusseren Windungen i sind wiederum denen in der Mitte ähnlich und bilden den zweiten Theil des primären Stromkreises. Die ganze Spirale ist von einem Mantel von weichem Eisen umgeben, der auf die Windungen i den gleichen Effect hervorbringt, wie der Eisenkern auf die Windungen g. Der secundäre Draht h ist in Verbindung auf der einen Seite mit der Linie L, in welcher sich das Telephon T befindet, und auf der anderen mit der Erde t. Die Localbatterie P ist im Stromkreis der primären Drähte, so dass zwei unabhängige Stromkreise sich bilden, der eine P g e b m P, der andere P i f c m P. Wenn die Membran schwingt, so wird der Widerstand dieser Stromkreise abwechselnd und entsprechend vergrössert und verringert. Eine Verminderung in g ist sonach immer von einer Vermehrung in i begleitet und vice versa. Diese Stromschwankungen wirken im verkehrten Sinne auf den secundären Stromkreis h und ein gesteigerter Effect

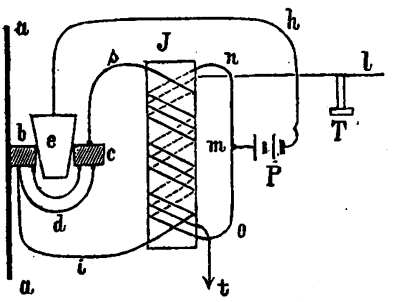
Digitized by Google

ist die Folge. Shaw's Mikrophon ist ähnlicher Art und eine weitere erfolgreiche Anwendung desselben Princips ist

Der Transmitter der Société Générale des Téléphones in Paris.

53. Fig. 62 ist eine schematische Darstellung des Instruments; a a ist die Membran, b und c sind zwei Kohlenklötzchen, von denen das eine b direct im Mittelpunkt der Membran befestigt ist, während das andere c mittelst eines nicht leitenden Ringes d mit b in Verbindung steht. Die beiden Kohlencontacte, obgleich von einander getrennt, sind demnach in gemeinsamer Verbindung mit der Membran und folgen deren Bewegungen. Zwischen den beiden Kohlencontacten ist ein Metallkegel e dermassen aufgehängt, dass er in seiner Lage unabhängig von den Contactkörpern ist. Es ist klar, dass, wenn der Kohlencontact einen Stoss von links nach rechts empfängt, der Druck zwischen b und e vermehrt, während der Druck zwischen c und e vermindert wird. Das umgekehrte Resultat wird erzielt, wenn das Centrum der Membran von rechts nach links sich bewegt. Die Kohlencontacte und der Metallkegel sind in Verbindung mit drei verschiedenen Spiralen des Inductoriums J und zwei primäre Stromkreise P m n i b e h und P m o s c e h P werden gebildet, durch welche der Batteriestrom die Inductionsrolle im verkehrten Sinne durchläuft. Der Effect auf den secundären Draht würde sich demnach auf Null reduciren, wenn die Variationen in beiden primären Stromkreisen die gleichen wären; da dieselben jedoch sich diametrisch entgegengesetzt sind, so wird der Effect verdoppelt; t bezeichnet Erde, l die Linie und T das im Stromkreis befindliche Telephon.

Fig. 62.



Theiler's tragbares Telephon [1]).

54. Der Zweck dieser Erfindung ist, den Sender mit dem Empfänger auf solche Art zu combiniren, dass die beiden Theile ein

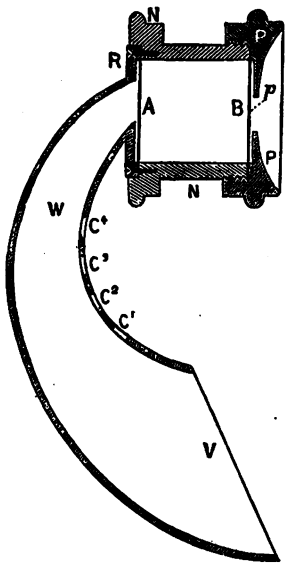
[1]) Electrical Review, October 21, 1887.

Digitized by Google

einziges, bequemes und leicht tragbares Instrument bilden, welches, ans Ohr gehalten, die Sprache sowohl überträgt, als auch reproducirt, ohne Veränderung der Lage und ohne Nothwendigkeit, die Stimme gegen einen bestimmten Gegenstand zu richten.

Der Apparat (Fig. 63) besteht aus einem kleinen Cylinder N von Metall oder Ebonit, der auf der einen Seite durch die Membran A des Senders und auf der anderen durch die Membran B des Empfängers geschlossen ist. Ein Schraubendeckel P mit der gewöhnlichen trichterförmigen Oeffnung schützt die Empfängermembran und dient dazu, letztere dicht an das Ohr zu halten.

Fig. 63.



In die Deckplatte R der entgegengesetzten oder Sendermembran ist eine Röhre W eingelassen, deren innere Fläche polirt und glatt, und die von solcher Form ist, dass sie die Schallwellen auf der Sendermembran ansammelt und concentrirt, ohne der sprechenden Person die geringste Unbequemlichkeit zu bereiten. Zu gleicher Zeit dient diese Röhre als Handhabe des Instruments.

Die Gestalt dieser Röhre ist von der grössten Wichtigkeit und ist erst nach zahlreichen Versuchen endgültig festgestellt worden. Die Oeffnung der Röhre, wie Figur zeigt, liegt nicht unmittelbar vor oder quer zum Munde des Sprechenden, sondern seitwärts. Hiedurch wird dem Sprechenden jede Unannehmlichkeit erspart und wird auch der durch den Athem verursachte unangenehme Niederschlag auf der Membran verhindert. Ferner ergibt sich, dass die Schallwellen einzig und allein gegen die äussere Curve der Röhre anschlagen und der Membran durch diese Curve allein übertragen werden. Desshalb ist auch eine Reihe von Oeffnungen $C^1 C^2 C^3 C^4$ der deutlichen Uebertragung der Schallwellen längs der Röhre W förderlich.

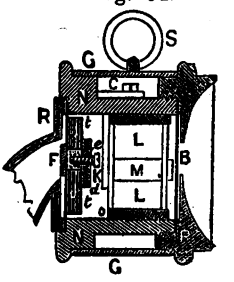
Fig. 64 zeigt einen Querschnitt des combinirten Senders und Empfängers ohne die oben erwähnte konische Röhre. Um den Empfänger in einen möglichst kleinen Raum zu bringen, wurde dem permanenten Magnet O eine kreisrunde Form gegeben, und ein Pol

Digitized by Google

desselben inducirt den in der Drahtrolle L befindlichen Kern M, der andere Pol inducirt die dünne Stahlplatte B.

Der Sender des Combinationtelephons ist folgendermassen construirt: A ist eine sehr dünne Membran von Stahl oder anderweitigem höchst biegsamem Material, die durch die Deckplatte R fest auf den Rand der Büchse N gepresst wird. Im Centrum der Membran ist ein Kohlenscheibchen F befestigt, welches eine der Elektroden des Stromkreises bildet. Auf der Rückseite der Membran ist eine mit einer Oeffnung in der Mitte e versehene Filzscheibe J angeklebt, und diese Oeffnung ist mit Körnern von Hartkohle angefüllt und durch eine weitere dünne Stahlscheibe geschlossen, an welcher ein die zweite Elektrode bildendes Gewicht d befestigt ist. Das Gewicht sitzt auf einer Schraube K, welche in die Oeffnung e hineinragt und auf diese Art die Entfernung, folglich auch den elektrischen Widerstand zwischen den beiden Elektroden d und F verringert.

Fig. 64.



Capitel VIII.

Specielle Telephone.

Die in diesem Capitel beschriebenen Telephone sind, obgleich minder practisch als die bisher erwähnten, doch von bedeutendem Interesse.

In erster Linie ist hier ein Instrument zu erwähnen, das grosses historisches Interesse besitzt und schon mehrfach in den vorhergehenden Capiteln angeführt worden ist. Es ist dies

das Reis'sche Telephon.

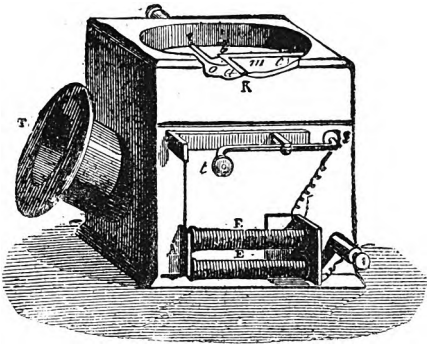
55. Dasselbe wurde im Jahre 1861 oder 1862 in seiner endgültigen, in den Figuren 65 und 66 dargestellten Form construirt.

Der Transmitter (Fig. 65) besteht aus einer in das Kästchen K einmündenden Röhre T, welche die durch das musikalische Instrument erzeugten Schallschwingungen aufnimmt. Das Kästchen sammelt und verstärkt den Ton. An dessen oberer Seite ist eine Membran m aus-

Digitized by Google

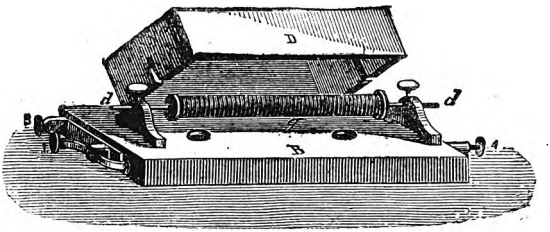
gespannt, welche im Einklang mit den empfangenen Vibrationen schwingt. Die Bewegungen der Membran werden in folgender Weise in intermittirende elektrische Ströme umgesetzt.

Fig. 65.



Der eine Pol einer Batterie, welche mit ihrem anderen Pole an der Erde liegt, wird mit der Schraube 2 verbunden; ein aus einem dünnen Kupferstreifen i bestehender und mit dem Platinscheibchen o verbundener metallischer Leiter führt den Strom nach einem dem Hebel abc entgegengesetzten Punkte. So oft die Membran sich hebt, berührt dieser Punkt die Platinscheibe, und ein Strom wird erzeugt, der durch das Senken der Membran wiederum unterbrochen wird. Dieser

Fig. 66.



Strom geht mittelst eines Leitungsdrahtes von der Schraube 1 (Fig. 65) nach der Schraube 3 (Fig. 66) des Empfängers.

Letzterer besteht aus einem Eisenstäbchen, das von einer Spirale aus isolirtem Kupferdraht umgeben ist; das eine Ende des Drahtes ist mit der Schraube 3, das andere durch die Schraube 4 mit der Erde verbunden, um den Batteriestromkreis zu vervollständigen. Das Stäbchen dd hat beiläufig die Dimensionen einer Stricknadel und steht mit seiner Spirale g auf einem Resonnanzkästchen B, das aus sehr dünnem Holze gefertigt ist; ausserdem ist der Empfänger noch mit einem Deckel D versehen.

In Fig. 65 ist ts der Taster zum Senden und EE der Elektro-

Digitized by Google

magnet zum Empfang des Aufrufsignals. Auch in Fig. 66 befindet sich ein Taster und ein in der Figur nicht angegebener Elektromagnet zum gleichen Zwecke.

Werden nun Töne vor der Mündung T hervorgebracht, indem man in dieselbe singt, oder indem man Orgelpfeifen anblässt, so hört man an dem in der Entfernung aufgestellten Empfänger zunächst ein eigenthümlich knarrendes Geräusch, welches von der Tonhöhe der am Transmitter hervorgebrachten Töne unabhängig ist, ausserdem werden aber diese Töne selbst durch den Stahldraht deutlich wahrnehmbar reproducirt, und zwar fand Reis, dass dies für alle Töne zwischen F und $\overline{\overline{f}}$ der Fall ist. Es lässt sich nicht bezweifeln, dass das Reis'sche Instrument artikulirte Sprachtöne reproduciren kann und sogar noch weiter, dass es von dem Erfinder selbst versuchsweise zu diesem Zwecke benutzt wurde; allein eine grosse Erfindung zu machen und dieselbe soweit zu vervollkommnen, dass sie sich commerciell ausbeuten lässt, sind zwei verschiedene Dinge. Reis, der Unterlehrer am Garnier'schen Institut, starb arm, wie er gelebt hatte, im Jahre 1874, und wenige Jahre nachher trat Bell mit seinem Telephon vor die erstaunte Welt, das die Erfindung von Reis entweder gar nicht kannte oder schon vergessen hatte.

Die Hand als Telephonempfänger.

56. Im Verlaufe seiner Versuche über musikalische Uebertragung gelang es Elisha Gray, und zwar ganz zufällig, ein Telephon zu construiren, in welchem die Hand als Empfänger wirkt. Gray bemerkte die sonderbare Thatsache an dem Zinkbeschlag einer Badewanne und folgendes ist seine Beschreibung des Versuches und des in Folge des Versuches construirten Apparates[1]):

„Mein Neffe spielte mit einer kleinen Inductionsrolle und gab, wie er sich ausdrückte, elektrische Schläge, um die Kleinen zu belustigen. Ein Ende der Rolle hatte er mit dem Zinkbeschlag einer leeren Badewanne verbunden; das andere Ende hielt er in seiner linken Hand, während er das Zink mit seiner rechten berührte. Wie er Contact herstellte, glitt seine Hand während kurzer Zeit längs des Randes der Badewanne. In dem Moment hörte ich einen Ton, der von der unteren Fläche der Hand ausging. Dieser Ton schien mir von der gleichen Höhe und Beschaffenheit wie der des vibrirenden Strombrechers des Apparates, den ich gleichfalls hörte.

[1]) G. B. Prescott, The Speaking Telephone, p. 455.

Digitized by Google

„In Folge dieser Wahrnehmung construirte ich verschiedene Apparate, von denen der folgende wohl der beste war:

„Auf einem ziemlich gewichtigen, metallenen Gestelle ist eine wagrechte Achse in Lagern angebracht; an dem einen Ende der Achse ist eine mit einem Handgriff versehene, aus isolirtem Material bestehende Kurbel, während am andern Ende ein cylinderförmiges Resonnanzkästchen aus dünnem Holze befestigt ist, dessen Vorderseite mit einem dünnen, convexen Metallaufsatz bedeckt ist. Dieses Kästchen hat im Mittelpunkt eine Oeffnung zur Erhöhung des akustischen Effects. Der Metallaufsatz ist mit dem metallenen Gestelle mittelst eines Drahtes elektrisch verbunden.

„Verbindet man nun den Metallaufsatz durch das Gestell mit der Erde und presst, während man mit der einen Hand das Ende der Linie anfasst, den Finger gegen den Metallaufsatz, den man mittelst der Kurbel mit der anderen Hand dreht, so kann man eine Melodie, welche am entfernten Ende gespielt wird, deutlich und zwar selbst in einem grossen Raume hören. Je schneller der Aufsatz gedreht wird, um so lauter ist gewöhnlich die Musik, und wenn die Bewegung aufhört, so verschwindet der Ton vollständig."

Wir haben es hier in aller Wahrscheinlichkeit, wie bei dem folgenden Apparate, mit einem Reibungseffecte zu thun, in Folge dessen sich Ströme von wechselnder Stärke auf die Leitung übertragen lassen.

Edison's Elektromotograph.

57. Der Empfänger allein bedarf der Beschreibung; der Sender ist der gewöhnliche Edison'sche Kohlentransmitter.

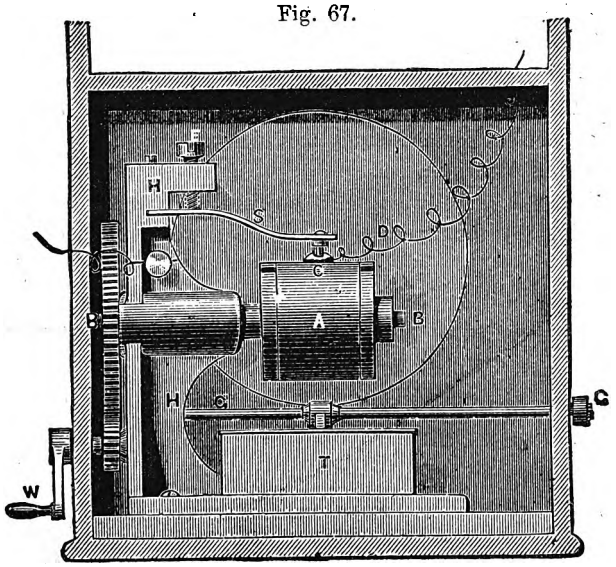
Wenn man ein Blatt Fliesspapier in einer gesättigten Aetzkalilösung tränkt und dasselbe auf eine mit dem positiven Pole einer Batterie verbundene Metalplatte legt, und dann mit einem Stückchen Platinblech von etwa 1 cm Weite über die Papierfläche fährt, so fühlt man einen gewissen Widerstand gegen die gleitende Bewegung, welcher von der Reibung des Platinbleches gegen die einigermassen rauhe Oberfläche des Papiers herrührt. Wenn man das Platinblech, während es über das Papier gleitet, mit dem negativen Pole einer aus zwei oder drei Leclanché-Elementen bestehenden Batterie verbindet, so vermindert sich der Widerstand gegen die gleitende Bewegung in bedeutendem Grade, solange der Strom circulirt; der elektrische Strom hat demnach die Eigenschaft, die rauhe Oberfläche des Papiers zu glätten. Dieser Stromeffect ist der Stromstärke proportional, beginnt mit dem Strom und hört mit demselben auf, und ist so empfindlich, dass sogar die

Digitized by Google

schwächsten Ströme, welche keinen merkbaren Einfluss mehr auf einen Elektromagneten ausüben, dadurch wahrnehmbar werden.

Eine dünne Glimmerscheibe (Fig. 67) von 8 bis 9 cm Durchmesser trägt in ihrer Mitte einen Streifen Platinblech C, welcher gegen den Cylinder A mit einem constanten, durch die Feder S veranlassten und die Schraube E regulirbaren Drucke presst. Der Cylinder A besteht aus Kreide und auch zuweilen aus einer teigförmigen Mischung von Kalk, Aetzkali und einer kleinen Menge essigsauren Quecksilberoxyds. Wenn der Cylinder aus Kreide besteht, so wird er mit einer leicht zersetzbaren Flüssigkeit, wie z. B. Jodkalium, befeuchtet. Der-

Fig. 67.



selbe spielt die Rolle des im vorangehenden Versuche erwähnten, mit Aetzkali getränkten Fliesspapiers. Der Cylinder wird entweder mittelst einer Kurbel W oder neuerdings mittelst eines Uhrwerkes gedreht.

Der vom Transmitter ausgehende Strom tritt durch das Gestelle H ein, durchfliesst den Cylinder A, den Platinstreifen C und tritt durch D zur Erde. Dreht man den Cylinder in der Richtung der Uhrzeiger, so verursacht die Reibung zwischen dem Streifen C und der Oberfläche des Cylinders A eine Spannung des Streifens C. Die Glimmerscheibe nimmt vermöge ihrer Elasticität eine Gleichgewichtslage ein, die von der Spannung des Streifens C und folglich von der Reibung

Digitized by Google

zwischen A und C abhängt; jede Variation des in A und C circulirenden Stromes veranlasst demnach eine Variation in der Spannung des Streifens C; hiedurch wird eine gewisse Verschiebung der Glimmerscheibe hervorgebracht und dieselbe schwingt demnach synchronistisch mit dem Wellenstrom oder der Transmittermembran. Die durch den Apparat hervorgebrachten Töne sind sehr laut und können in allen Theilen eines grossen Saales gehört werden; sie sind jedoch sehr undeutlich.

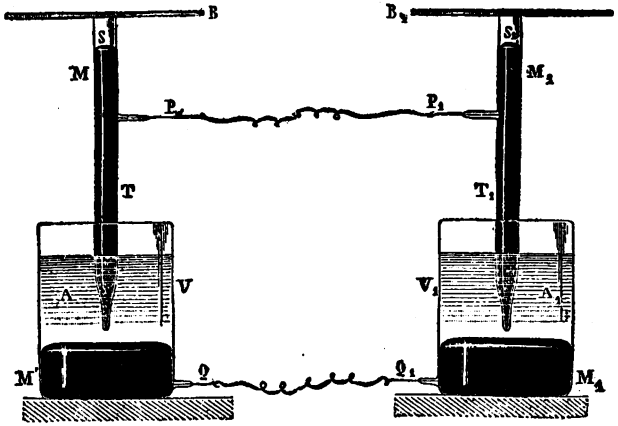
Die den Cylinder umkleidende Substanz muss immer feucht erhalten werden und dies erzielt man, indem man von Zeit zu Zeit eine kleine, in einen mit Aetzkali gefüllten Behälter T eintauchende Walze in die Höhe hebt und gegen den Cylinder andrückt.

Bréguet's Quecksilbertelephon.

58. In diesem Apparat finden elektrische Ströme Verwendung, die durch Haarröhrchenanziehung modificirt werden. Der Sender und Empfänger sind identisch.

Die Spitze des theilweise mit Quecksilber M gefüllten Haarröhrchens T (Fig. 68) taucht in ein Gefäss V, welches Quecksilber und

Fig. 68.



verdünnte Säure enthält, jedoch nur so weit ein, dass sie das Quecksilber M' nicht erreicht.

Zwei Platindrähte P und Q sind mit M resp. M' in Verbindung. Wenn man die beiden Drähte mit einander verbindet, so bleibt die Höhe des Quecksilbers im Haarröhrchen unveränderlich. Schaltet man

Digitized by Google

jedoch eine Batterie in den Stromkreis der beiden Drähte ein, so verändert sich die Höhe des Quecksilbers im Verhältnisse zur Potentialdifferenz des Stromes. Oberhalb des Quecksilbers M ist eine Luftschichte S, deren Druck sich augenscheinlich mit der Höhe des Quecksilbers ändert.

Der Apparat ist reversibel, d. h. wenn durch eine Veränderung im Druck der Luftschichte S die Höhe der Quecksilbersäule sich ändert, so ergibt sich in den beiden Leitern P und Q eine Potentialdifferenz oder, mit anderen Worten, eine Elektromotivkraft.

Wenn man nun dergleichen zwei Apparate durch Verbindung der Drähte P und P_1, Q und Q_1, mit einander verbindet und auf S einen Druck ausübt, so ergibt sich im Stromkreis eine diesem Druck entsprechende Elektromotivkraft und letztere bedingt eine Aenderung in der Höhe der Quecksilbersäule M_1 des zweiten Apparats und demnach auch eine Veränderung im Druck der Luftschichte S_1.

Spricht man desshalb oberhalb des Röhrchens T, so wird die Luft in diesem Röhrchen in Schwingung versetzt. Diese Schwingungen theilen sich dem Quecksilber mit, setzen sich in Aenderungen der Elektromotivkraft um, und diese Aenderungen bringen in dem Empfänger entsprechende Schwingungen der Luftschichte S_1 hervor, so dass man oberhalb des Röhrchens T_1 alle die in das Röhrchen T hineingesprochenen Worte hören kann.

Radiophone.

59. Versuche, die in das Jahr 1872 zurückreichen, haben gezeigt, dass Selen ein gegen den Einfluss des Lichts äusserst empfindlicher Körper ist, und dass sich dieser Einfluss in der Veränderung des elektrischen Widerstands des Selens äussert.

Professor Adams [1]) bewies, dass, wenn ein Lichtstrahl auf eine Selenstange trifft, eine Elektromotivkraft in dieser Stange entsteht, welche einen Strom hervorbringt; die Selenstange wird in der That zur Batterie.

Nach vielen Versuchen gelang es Bell und Sumner Tainter, aus dieser Empfindlichkeit des Selens practischen Nutzen zu ziehen und einen Apparat zu construiren, den sie Photophon nannten und mittelst dessen man die Sprache durch einen Lichtstrahl übertragen kann.

Es hat sich seither ergeben, dass nicht nur Lichtstrahlungen,

[1]) W. H. Preece, Journal of the Society of Telegraph Engineers, Dec. 8, 1880.

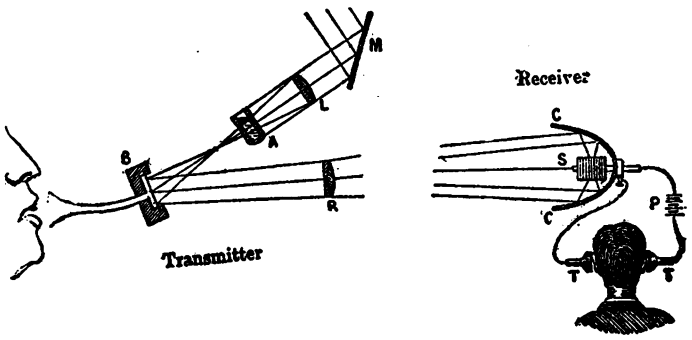
Digitized by Google

sondern auch strahlende Wärme das gleiche Resultat hervorbringen und Mons. Mercadier hat demnach für das Instrument den Namen Radiophon vorgeschlagen, der nunmehr allgemein anerkannt ist; dieser Name bedeutet eine Umsetzung strahlender Energie in Schallschwingungen. Es hat sich ferner herausgestellt, dass nicht nur Selen, sondern auch Substanzen aller Art, fest, flüssig und gasförmig, unter dem unmittelbaren Einfluss von Strahlungen Töne hervorbringen können; da jedoch die Elektricität in diesen Erscheinungen keine Rolle spielt, so betrachten wir dieselben als ausserhalb des Bereiches unseres Buches und beschränken uns auf die Beschreibung derjenigen Apparate, welche mit Hülfe eines elektrischen Stromes die Sprache reproduziren.

Graham Bell's und Sumner Tainter's Photophon.

60. Der Apparat ist in Fig. 69 dargestellt. Der Transmitter besteht aus einer einfachen Telephonbüchse B, mit einem Mundstücke und einer Membran; letztere ist aus versilbertem Glimmer

Fig. 69.



gemacht und bildet demnach einen Spiegel, auf welchen die Lichtstrahlen fallen. Ein Spiegel M, eine convergirende Linse L und ein Alaun enthaltendes Glasgefäss A werfen die Strahlen auf die Membran. Hier werden die Strahlen reflectirt, gehen durch eine zweite Linse R hindurch und werden von da auf den parabolischen Reflector CC von versilbertem Kupfer von etwa 70 cm Durchmesser geworfen. Im Brennpunkt dieses Reflectors befindet sich das Selenelement S, welches mit dem telephonischen Stromkreis in Verbindung steht.

Das Selen kommt in zwei allotropischen Modificationen vor. Die amorphe, glasartige Modification entsteht, wenn das Selen geschmolzen

Digitized by Google

und schnell wieder abgekühlt wird; sie ist von dunkelbrauner Farbe, beinahe schwarz im zerstreuten Licht und durchsichtig roth, wenn man sie in dünnen Schichten darstellt. Die zweite Modification, die sich durch Schmelzung und langsame Abkühlung bildet, hat eine körnige, krystallinische Form von metallischem Glanz; dieselbe ist bei gewöhnlicher Temperatur ein Leiter der Elektricität und verändert ihre Leitungsfähigkeit unter dem Einflusse des Lichts. Diese Eigenschaft wurde von May und Willoughby Smith entdeckt.

Graham Bell machte von dieser Eigenschaft Gebrauch und construirte Selenelemente in der folgenden Weise: Eine Anzahl von Messingscheiben sind durch Glimmerscheiben kleinerer Dimension von einander getrennt, so dass das Ganze wie ein Cylinder mit parallelen kreisförmigen Einschnitten aussieht. Diese Einschnitte werden in folgender Art mit Selen ausgefüllt: Der Cylinder wird erwärmt und eine Selenstange über die erwärmte Oberfläche gerieben. Das Selen wird dann in einem Gasofen erwärmt und bei einer gewissen Temperatur fängt die bisher glänzende Oberfläche an matt zu werden; eine Art Wolke breitet sich allmälig über die ganze Oberfläche aus und bald zeigt dieselbe eine körnig metallische oder krystallinische Beschaffenheit. Der Cylinder wird nun aus dem Ofen genommen und in passender Weise abgekühlt. Die Messingscheiben werden je zwei und zwei mit einem der Drähte des Stromkreises, die anderen Scheiben mit dem zweiten Drahte verbunden. So oft das von dem parabolischen Spiegel CC reflectirte Licht die Oberfläche des Selens trifft, wird dessen elektrischer Widerstand verringert und diese Verringerung ist der Lichtstärke proportional. Das Strahlenbündel, welches während des Ruhezustandes der Membran ohne Veränderung fortgepflanzt wurde, ändert sich in Folge der durch die Vibrationen der Stimme hervorgebrachten Formänderung der reflectirenden Membran. Es ergeben sich demnach Variationen in der Intensität der Lichtstrahlen, welche den Variationen der Schallwellen entsprechen, und mit Hülfe des Selens, einer Substanz von wechselndem Widerstand, erhalten wir demnach Ströme von wechselnder Stärke in dem telephonischen Stromkreis.

Das Photophon reproducirt mit grosser Deutlichkeit, sowohl musikalische Töne als auch articulirte Sprachlaute.

Tellur- und Kienruss-Radiophon.

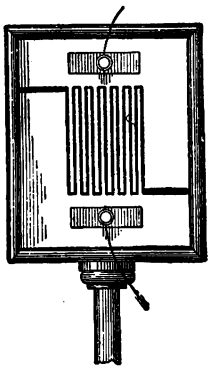
61. Professor Adams hat gezeigt, dass das Tellur sowohl als das Selen seinen Widerstand unter dem Einfluss des Lichts verändert und hat einen Empfänger aus ersterer Substanz construirt, welcher,

Digitized by Google

obgleich er auf das Reflexionsgalvanometer nicht einwirkte, dennoch Töne im Telephon hervorbrachte.

In Anbetracht der erheblichen Molekularbewegungen, welche ein intermittirender Lichtstrahl im Kienruss verursacht, dachte Tainter, dass sich wohl eine entsprechende Variation in einem durch den Kienruss circulirenden Strom hervorbringen liesse, und dass es möglich sein sollte, das Selen des Empfängers durch Kienruss zu ersetzen. Die Erfahrung hat die Richtigkeit dieser Schlussfolge bewährt; Fig. 70 stellt das Kienrusselement dar, welches das beste Resultat ergeben. Ein Spiegel wird mit einer Silberschichte überzogen und der Ueberzug derartig wieder entfernt, dass sich eine doppelte, aus zwei scharfgetrennten Theilen bestehende, zickzackförmige Figur bildet, welche aussieht wie zwei mit in einander passenden Zähnen versehene Kämme. Jeder Kamm ist an eine Schraube befestigt, mittelst deren sich das Element in einen Stromkreis einschalten lässt.

Fig. 70.



Die Vertiefungen zwischen den Kammzähnen werden darauf mit Kienruss ausgefüllt, und wenn man nun das Kienrusselement in den Stromkreis eines Telephons und einer Batterie einschaltet, und dasselbe der Einwirkung eines intermittirenden Lichtstrahls aussetzt, so entsteht ein lauter musikalischer Ton im Telephon.

Graham Bell erklärt diese Thatsache in der folgenden Weise [1]):

„Ich halte die Schlussfolge für gerechtfertigt, dass die Beschaffenheit der Strahlen, welche in den verschiedenen Körpern Schalleffecte hervorbringen, von der Beschaffenheit der den Lichtstrahlen ausgesetzten Körper abhängt, und dass die Töne in allen Fällen denjenigen Strahlen des Spectrums zuzuschreiben sind, welche von dem Körper absorbirt werden."

Mr. Preece [2]) sagt in weiterer Erklärung dieser Erscheinung:

„Wenn die Strahlen auf die schwarze Masse fallen, so wird dieselbe erwärmt und die Lufttheilchen, die gegen die erwärmte Masse anschlagen, prallen mit vermehrter Geschwindigkeit wieder ab, erzeugen hiedurch einen grösseren Druck und eine entsprechende Aus-

[1]) W. H. Preece, Journal of the Society of Telegraph Engineers, May 12, 1881.

[2]) Ibidem.

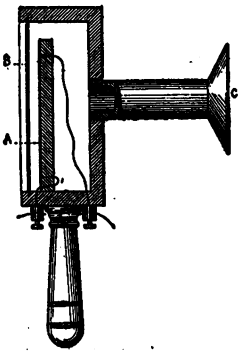
Digitized by Google

dehnung der Luft. Die sich ausdehnende Luft schlägt gegen das Trommelfell des Ohres an und hieraus ergeben sich die fraglichen Schallschwingungen."

Bei Anwendung einer Inductionsrolle werden die Wirkungen noch erhöht und die Elemente lassen sich zur Reproduction der Sprache sowohl als musikalischer Töne benutzen. Zu diesem Zwecke braucht man das Kienrusselement nur einem intermittirenden Strome auszusetzen.

Fig. 71 zeigt die Vorrichtung zu einem auf diese beiden Eigenschaften gegründeten sehr interessanten Versuche: Wenn ein intermittirender Strom das Kienrusselement A durchfliesst, oder wenn ein intermittirender Strahl durch den Spiegel B auf das Element trifft, so lässt sich ein lauter Ton im Rohre C vernehmen. Durch die gleichzeitige Wirkung eines intermittirenden Stromes und eines intermittirenden Strahles kann man zwei bestimmte musikalische Töne hervorbringen, die eine Art klopfendes Geräusch verursachen, wenn sie von ungefähr gleicher Höhe sind.

Fig. 71.



Mr. Preece und Mr. Mercadier haben seither das Feld der Radiophonie bedeutend erweitert; sie haben durch directe Strahlung von allerlei Körpern Töne erhalten; allein wie schon oben gesagt, sind keine elektrischen Vorkehrungen zu diesen Versuchen nöthig und dieselben gehören desshalb nicht in unser Repertoir.

Mr. Mercadier jedoch hat einen Apparat construirt, der auf die elektrischen Eigenschaften des Selens gegründet ist und möglicherweise in der Multipeltelegraphie werthvolle Dienste leisten könnte. Mercadier nennt diesen Apparat

Multipel-autoreversibles Teleradiophon.

62. Der Apparat besteht aus einer Anzahl Selenelemente, die auf folgende Art construirt sind [1]):

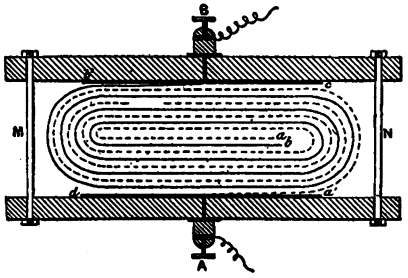
Zwei äusserst feine Messingstreifen (etwa 0.1 mm) aa′ und bb′ (Fig. 72), deren einer in der Figur durch ausgezogene, der andere durch punktirte Linien angedeutet ist, werden durch Pergamentpapier von etwa 0.15 mm Dicke von einander isolirt und die vier Streifen so dicht wie möglich in eine flache Spirale aufgerollt. Die auf diese

[1]) La Lumière Électrique, 1881, Nr. 45, p. 295; Nr. 48, p. 347; Nr. 54, p. 19.

Digitized by Google

Art gebildete Rolle wird zwischen Messingplatten c und d von 1 mm Dicke gelegt, welche mit den beiden Enden b' und a' der Metallstreifen in Verbindung stehen und das Ganze wird so dicht wie möglich zwischen zwei Stücken von hartem Holz oder Messing zusammengepresst, welche durch die Schrauben MM mit einander verbunden sind. Zwei Schrauben A und B stehen mit den Platten c und d und folglich auch mit den Enden der die Rolle bildenden Metallstreifen in Verbindung. Die Flächen der gepressten Rolle werden zuerst rauh abgefeilt, dann wird die Oberfläche so glatt wie möglich gefeilt und schliesslich mit Schmirgelpapier aufs sorgfältigste polirt. Die Oberfläche wird dann auf die oben beschriebene Weise mit Selen überzogen und der Apparat allmälig abgekühlt. Vorzügliche Elemente lassen sich auf diese Art darstellen und zwar lassen sich solche von wechselndem Widerstand erhalten, indem man z. B. nur einen Theil der Oberfläche mit Selen überzieht oder auch zuerst die ganze Oberfläche überzieht und allmälig einen Theil des Ueberzugs entfernt. Der Widerstand dieser Apparate schwankt demnach zwischen 1200 und 200000 Ohm und alle ohne Ausnahme bringen sehr deutliche Töne hervor. Die Vorkehrungen für Sprachübertragung mit diesem Apparat sind sehr einfach. Eine Anzahl Selenelemente von wechselndem Widerstand werden an der Sendestation in den Stromkreis einer Batterie von wenig Elementen eingeschaltet und mit der Linie verbunden, welche an der Empfangsstation in einer gleichen Anzahl von Hörtelephonen endet. Intermittirende Lichtstrahlen, die wie das Morse-Alphabet unterbrochen werden, wirken auf die Transmitter ein und zwar unter einem bestimmten, für jeden Transmitter verschiedenen Winkel. Die entsprechenden Hörtelephone sind so angeordnet, dass sie keinen anderen als den entsprechenden Ton verstärken, und jedes Telephon bringt demnach eine Reihe längerer oder kürzerer musikalischer Töne hervor, die an der Empfangsstation wie gewöhnliche Morse-Signale gedeutet werden.

Fig. 72.



Es ist denkbar, dass unter gewissen Verhältnissen, z. B. für militärische Zwecke, Belagerungen etc. das Radiophon das gegenwärtige System der optischen Telegraphie ersetzen könnte.

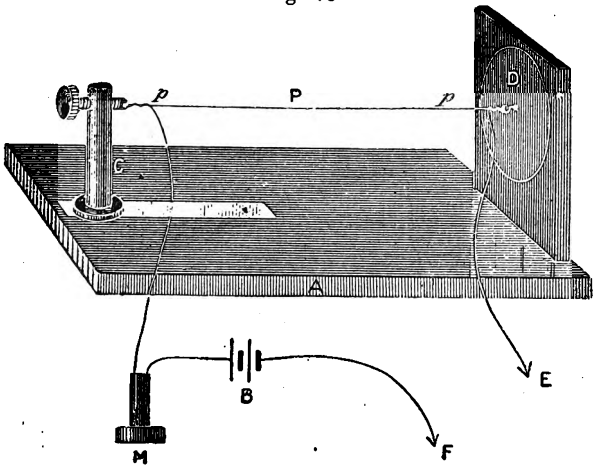
Digitized by Google

Preece's Thermotelephon [1]).

63. Die ursprüngliche Form des Instruments ist in Fig. 73 dargestellt und besteht aus einem Ständer C, der sich auf der Holzplatte A verschieben lässt. Ein feiner Platindraht p p' ist im Mittelpunkt der dünnen Eisenmembran D befestigt und mittelst einer am Ständer C angebrachten Schraube gespannt. Die beiden losen Enden des Drahtes sind mit an der Holzplatte befindlichen Klemmen verbunden, mittelst deren sie sich in den Stromkreis eines Mikrophons M und einer Batterie B von sechs Bichromatelementen einschalten lassen.

Die neueste Form des Instruments, das im Jahre 1883 in Wien ausgestellt war, hat die Form einer Glasröhre, die mit einem

Fig. 73.



zweifach durchbohrten Korke verschlossen ist. Durch die beiden Oeffnungen sind zwei Drähte in die Röhre eingeführt, die durch eine etwa 5 cm lange Spirale von sehr feinem Platindraht verbunden sind. Die Wellenströme erzeugen in der Platinspirale molekulare Schwingungen und folglich Ausdehnungen und Zusammenziehungen, welche die Luft in der Glasröhre in Schwingung versetzen. Ein Schalltrichter ist an einem Ende der Glasröhre angebracht und das Instrument lässt sich als Telephon benutzen.

Mr. Preece schreibt ähnlichen Ursachen alle Mikrophoneffecte zu; er ist der Ansicht, dass die durch die Circulation des Stromes

[1]) Proceedings of the Royal Society, April 28, 1880.

Digitized by Google

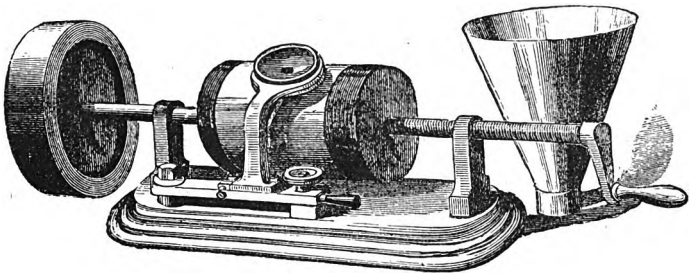
zwischen zwei losen Kohlencontacten erzeugte Wärme den Widerstand der Kohlen und dadurch auch den der Ströme selbst verändert; Wellenströme bilden sich in Folge dieser Variationen, gehen zur Linie und bringen im Empfänger analoge Wirkungen hervor. Wenn diese Erklärung die richtige ist, so muss ein Mikrophontransmitter ebenso reversibel sein als ein Empfänger, und dies ist, wie Professor Hughes gezeigt hat, wirklich der Fall.

Man braucht weder Membran noch Inductionsrolle noch Magnet; nichts als zwei durch Leitungsdrähte verbundene Stückchen Kohle und eine in den Stromkreis eingeschaltete Batterie. Wir müssen jedoch bemerken, dass dieser Versuch sehr empfindlich ist und dass sich nicht alle Mikrophone hiezu eignen und ferner, dass die beiden identischen Apparate auf's Genaueste adjustirt sein müssen. Ein einziges Leclanché-Element genügt für diesen Zweck.

Edison's Phonograph.

64. Dieser Apparat, der im Jahre 1877 von Edison erfunden wurde, gehört eigentlich nicht in den Bereich unseres Buches, da er

Fig. 74.



mit der Telephonie nicht zusammenhängt; derselbe bietet jedoch in so fern Interesse dar, als er sich auch mit Reproduction der Sprache befasst.

Das Instrument besteht der Hauptsache nach aus einem Stahlstift, der an einer Telephonmembran befestigt ist und leicht gegen einen Streifen von Zinnfolie drückt, der mit gleichförmiger Geschwindigkeit unterhalb des Stiftes fortgezogen wird. Die Schwingungen der Membran werden auf diese Art verzeichnet und lassen sich dann weiter übertragen. In Fig. 74 sehen wir ein an seinem unteren Ende durch eine metallische Membran geschlossenes Mundstück; in dem Mittelpunkte der Membran ist ein Metallstift befestigt. Ein Messingcylinder wird von einer sorgfältig gearbeiteten Schraubenachse ge-

Digitized by Google

tragen, an welcher eine Kurbel und ein Schwungrad befestigt sind. Das Lager der Achse ist eine Schraubenmutter, so dass sich der Cylinder beim Drehen horizontal vor dem Mundstück bewegt. Der an dem Mundstück befestigte Metallstift muss demnach spiralförmige Eindrücke auf der Oberfläche des Cylinders hervorbringen. Auf letzterem ist eine spiralförmige Nute eingeschnitten, deren Windungen denen der Schraubenachse genau entsprechen müssen, und er ist seinem ganzen Umfang nach mit einer Lage von dünner Zinnfolie bekleidet.

Wenn man nun in das Mundstück hineinspricht und den Cylinder zugleich dreht, so macht der Stift je nach den stärkeren oder schwächeren Schwingungen der Membran verschieden tiefe Eindrücke in der die spiralförmige Nute überkleidenden Zinnfolie und diese Eindrücke sind demnach ein genaues graphisches Verzeichniss der Laute, die in das Mundstück hineingesprochen wurden.

Um diese Laute wieder hervorzubringen, dient eine zweite in einer Röhre enthaltene und mit einem Schalltrichter versehene Membran, die auf der entgegengesetzten Seite des Apparates angebracht ist, und ferner ein Metallstift, der durch eine feine Feder gegen die Zinnfolie des Cylinders gedrückt wird. Mittelst eines Hebelarmes kann man das Mundstück dem Cylinder nähern oder von demselben entfernen.

Es ist klar, dass sich die complicirten Schallschwingungen durch diese Vorrichtung nicht sehr genau reproduciren lassen, und wir finden, dass die Worte mit einer Art näselnden Tones wiedergegeben werden.

In ganz neuester Zeit verlautet, Edison habe den Apparat wesentlich verbessert, indem er die Zinnfolie durch eine Wachsbekleidung ersetzte, und practische Erfolge damit erzielt.

Capitel IX.

Ueber die verhältnissmässige Leistungsfähigkeit einiger Transmitter[1]).

65. Es ist durchaus nicht leicht, Sender sowohl als Empfänger genau mit einander zu vergleichen, wie wir dies z. B. mit der Elektromotivkraft zweier Batterien oder mit den Leistungen zweier Elektromotoren thun können. Das Urtheil über die verschiedenen Systeme ist mehr oder weniger eine Sache der individuellen Anschauung, und

[1]) Journal Télégraphique, Nr. 2, 1887.

Digitized by Google

selten finden wir eine Anzahl von Personen, deren Meinungen über die Vorzüge des einen oder anderen Systems im Einklang sind. Und dennoch ist es eine anerkannte Thatsache, dass eine gewisse Zahl von Mikrophonsystemen annähernd das gleiche Resultat geben, so dass die geringen Differenzen sich einem ungeübten Ohre völlig entziehen.

Professor Charles R. Cross hat einige practische Versuche in dieser Richtung angestellt und hat zu diesem Zwecke die in dem secundären Drahte erzeugten Ströme durch ein sehr empfindliches Kohlrausch'sches Dynamometer von 206 Ohm Widerstand geleitet. Die Versuche beschäftigten sich mit den Vocalen a, o, u, i im Vergleich zum Tone einer Orgelpfeife, welche 512 Schwingungen per Secunde ergab. Geprüft wurden die Mikrophone von Edison, Blake und Hunnings; die folgende Tabelle gibt das Resultat in Milliampère:

Mikrophon	a	o	u	i	Orgelpfeife
Edison	0.088	0.123	0.144	0.072	0.072
Blake	0.123	0.144	0.144	—	0.132
Hunnings	0.737	0.787	0.503	0.213	0.556

Diese Zahlen beweisen zur Genüge, dass das ursprüngliche Edison-Mikrophon mit Kienrusspastille zwar deutliche, aber verhältnissmässig schwache Resultate gibt, und dass das Hunnings-Mikrophon sich durch seine kräftige Reproduction auszeichnet. Dies bestätigt eine Bemerkung, die allgemein gemacht wurde, dass nämlich Mikrophone mit körniger Kohle mit zu den besten Apparaten dieser Klasse gehören.

66. Es versteht sich von selbst, dass die Inductionsrolle eine wichtige Rolle in der Deutlichkeit und Stärke der Reproduction spielt, in der That eine viel wichtigere Rolle, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, und es unterliegt keinem Zweifel, dass eine grosse Anzahl von Mikrophonen sich durch die Wahl eines geeigneten Inductoriums wesentlich verbessern liessen. In diesen Inductionsrollen ist die Anzahl der Windungen die hauptsächliche und der Widerstand nur die Nebenbedingung; die Länge und Dicke der Rolle müssen desshalb in Betracht gezogen werden.

Eine grosse Anzahl von Versuchen wurden in dieser Richtung in England gemacht; und ferner hat auch die Verwaltung der eidgenössischen Telephone in jüngster Zeit eine Reihe von genauen Versuchen mit zehn für das Blake-Mikrophon construirten Rollen angestellt. Mons. Abrezol, der Chef des Genfer Districts, hat diese Versuche geleitet, und dieselben wurden auf verschiedene, von 5 bis 107 km wechselnde Entfernungen ausgedehnt. Die Rollen waren von folgender Construction:

Digitized by Google

Nummer der Rolle	Primärdraht			Secundärdraht		
	Anzahl der Windungen	Durchmesser des Drahts in mm	Widerstand in Ohm	Anzahl der Windungen	Durchmesser des Drahts in mm	Widerstand in Ohm
1	61	0.5	0.25	1956	0.15	100
2	62	0.5	0.25	3191	0.15	180
3	62	0.5	0.25	4080	0.15	250
4	116	0.5	0.50	3952	0.15	250
5	230	0.5	1.00	3805	0.15	250
6	232	0.5	1.20	4420	0.15	300
7	295	0.5	1.50	4278	0.15	300
8	368	0.5	2.00	4735	0.15	350
9	368	0.75	1.17	4735	0.30	130.2
10	1350	0.5	10.00	3950	0.15	400

Mit Hülfe eines Commutators konnte jede dieser zehn Rollen ohne Zeitverlust in den Mikrophonstromkreis eingeschaltet werden, und der Beobachter konnte in wenigen Augenblicken alle die Rollen Revue passiren lassen, so dass der Eindruck einer Prüfung sich bei der nächsten noch nicht verwischt hatte. Die Resultate wurden mit einem guten Blake-Instrument, amerikanischer Construction (Williams jun. von Boston) verglichen, dessen Primärdraht einen Widerstand von 1.05 und dessen Secundärdraht einen Widerstand von 180 Ohm hatte.

Wenn wir die Stärke und Deutlichkeit dieses Normalinstruments mit der Zahl 1 ausdrücken, so geben die zehn Spulen das folgende Resultat:

Distanzen		Nummer der Inductionsspule									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Genf-Genf, Distanz 0.5 km	Stärke	0.3	0.7	0.9	1.5	1.3	1.5	1.3	1.3	1.7	0.3
	Deutlichkeit	0.9	0.9	0.9	1.3	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	0.3
Genf-Lausanne, Distanz 61.6 km	Stärke	0.9	1.0	1.0	1.7	1.3	1.6	1.5	1.5	1.6	0.3
	Deutlichkeit	1.0	1.1	1.3	1.5	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5
Genf-Vevey, Distanz 79.1 km	Stärke	0.3	0.9	0.9	1.3	1.1	1.7	1.1	1.1	1.7	0.3
	Deutlichkeit	0.7	1.0	1.0	1.5	1.3	1.3	1.1	1.0	1.4	0.3
Genf-Montenest, Distanz 85.3 km	Stärke	0.7	1.0	0.9	1.3	1.3	1.7	1.5	1.5	1.6	0.3
	Deutlichkeit	0.8	1.3	1.3	1.5	1.5	1.6	1.4	1.4	1.6	0.4
Genf-Bex, Distanz 107.4 km	Stärke	0.2	0.7	0.6	1.2	1.0	1.5	1.6	1.6	1.7	0.3
	Deutlichkeit	0.9	1.0	1.0	1.5	1.3	1.5	1.3	1.2	1.3	0.1

Digitized by Google

Aus dieser Tabelle, die in Betracht der Prüfungsmethode eine ausserordentliche Uebereinstimmung zeigt, geht hervor, dass die Spulen Nr. 1 und 10 zu verwerfen sind. Die Spulen Nr. 4, 6, 9 geben die besten Resultate; Spule Nr. 4 ist die einzige, die unter allen Umständen deutlichere und stärkere Reproductionen gab als das Normalinstrument. Die Deutlichkeit verschwindet allmälig mit der Vermehrung des Widerstandes im primären Stromkreis; der Ton wird verschwommen, rasselnd, wahrscheinlich in Folge der durch die Extraströme erzeugten, neu hinzutretenden Schwingungen. In dieser Beziehung ist Spule Nr. 9 besonders bemerkenswerth; bei langen Entfernungen übertrifft sie die Spule Nr. 4; da aber das Mikrophon sowohl für den inneren Bezirk des Telephonnetzes als für weite Entfernungen dienen soll, so muss man eine Durchschnittsconstruction wählen und darf nichts dem Zufall überlassen. Aus diesen Gründen sollte man Nr. 4 wählen. In der Schweiz hat man demnach eine Inductionsspule folgender Construction eingeführt: primärer Stromkreis 180—185 Drahtwindungen von 0.6 mm, 0.5 Ohm Widerstand; secundärer Stromkreis 4100—4300 Drahtwindungen von 0.15 mm und 250 Ohm Widerstand. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Spule, welche im Blake-Transmitter die besten Resultate gibt, sich in anderen Systemen verschieden verhält, und man sollte desshalb die Versuche vervielfältigen, um Bestimmtheit über diesen Apparat zu erhalten, der von solch hoher Wichtigkeit für Telephoninstallation ist.

67. Eine Reihe ähnlicher Versuche hat auch Mr. Preece ausgeführt. Fünf verschiedene Sender wurden mit dem vom englischen Post Office verwendeten Gower-Bell verglichen. Diese waren D'Arsonval, Mix und Genest, Berliner, De Jongh und Richez. Die beiden ersteren und De Jongh benutzen Kohlenstäbchen, während Berliner und Hunnings körnige Kohle anwenden.

Sir William Thomson stellte den Satz auf, dass das Gesetz, welches die Grenze der Sprachübertragung auf einer Telephonleitung bedingt, identisch ist mit dem Gesetze, von dem die Anzahl der elektrischen, von einem unterseeischen Kabel in einer Secunde übertragenen Ströme abhängig ist.

Jeder Stromkreis hat eine Zeitconstante, die von dessen Verhalten abhängt; dieselbe ist unveränderlich für denselben gleichmässigen Stromkreis, allein für verschiedene Stromkreise verschieden. Sie drückt die Zeit aus, welche verfliesst von dem Augenblick, da an der Sendestelle Contact gemacht wird, bis zu dem Augenblick, da der Strom

Digitized by Google

an der Empfangsstelle anlangt. Dieselbe wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$x = Bkrl^2,$$

wo B eine von den gebrauchten Einheiten abhängige Constante ist; k die inductive Capacität per Längeneinheit (englische Meile oder Knoten); r Widerstand per Längeneinheit und l die Länge in Meilen oder Knoten.

Diese Zeitconstante beschränkt demnach die Anzahl der Schwingungen, die sich durch irgend einen Stromkreis per Secunde übertragen lassen.

Die Entfernung, auf die sich die Sprache übertragen lässt, ist demnach von der Länge der Leitung unabhängig; sie ist bedingt durch den Widerstand des Drahtes, dessen inductive Capacität und elektromagnetische Trägheit. Betrachten wir Kupfer als das einzige Material, das sich zur Sprachübertragung auf weite Entfernungen eignet (wir werden die Eigenschaften des Kupfers und Eisens in dieser Hinsicht im nächsten Capitel eingehend besprechen), so finden wir, dass die Maximaldistanz der Sprachübertragung (S) umgekehrt proportional ist dem Producte des Gesammtwiderstands (R) und der Gesammtcapacität K

$$S = KR \times \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Dies ist einfach eine andere Form des Thomson'schen Gesetzes, wonach $K = lk$ und $R = lr$ und folglich

$$S = krl^2 \times \text{const.}$$

Wir können demnach die Gleichung (1) in die folgende Form bringen:

$$A = krx^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Und wenn wir für A die folgenden, durch Versuche erhaltenen Werthe einsetzen:

Kupfer (oberirdisch)	= 15 000
Kabel und unterirdisch	= 12 000
Eisen (oberirdisch)	= 10 000

so finden wir die Maximaldistanz der Sprachübertragung für irgend eine Art von Draht aus der Gleichung

$$x^2 = \frac{A}{kr}.$$

Nehmen wir z. B. Kupfer, dessen Constante 15 000 ist, und

Digitized by Google

zwar einen Draht, dessen Widerstand 1 Ohm und dessen Capacität 0.0124 Mikrofarad per Meile beträgt, so haben wir

$$x^2 = \frac{15\,000}{0.0124},$$

$$x = 1100 \text{ Meilen (1800 km)}.$$

Es ergibt sich ferner aus dem Thomson'schen Gesetze die bemerkenswerthe Thatsache, dass die Geschwindigkeit der Uebertragung die gleiche bleibt, ob man eine einfache Leitung mit Erdrückleitung oder eine doppelte metallische Leitung verwendet. Dies hat seinen Grund darin, dass wir im letzteren Falle den Gesammtwiderstand zwar verdoppeln, die Capacität jedoch auf die Hälfte reduciren, so dass das Product unverändert bleibt.

Der Unterschied zwischen dem Kupfer und Eisen ist der Selfinduction oder elektromagnetischen Trägheit des letzteren zuzuschreiben, und der Unterschied zwischen oberirdischem und unterirdischem Kupferdraht rührt von dem Elektricitätsverlust her, der sich in Folge mangelhafter Isolirung aus zahlreichen Entladungen der statischen Ladung ergibt, die in mit Guttapercha isolirten Drähten nur an beiden Endstellen einen Ausweg finden kann.

Die Sprachübertragung mittelst unterirdischer Leitungen bietet selbst auf 50 Meilen (80 km) Entfernung keine besonderen Schwierigkeiten dar.

Die Maximaldistanz der Sprachübertragung (Sprechgrenze) mittelst verschiedener isolirter Leitungsdrähte ergibt sich aus Gleichung (2), und die folgende Tabelle enthält Angaben über verschiedene, mit Guttapercha isolirte Drähte.

Durchmesser in mm		k	r	Sprechgrenze
Blanker Draht	Isolirter Draht	Mikrofarad	Ohm	km
0.9	3.0	0.166	27	51.5
1.24	4.3	0.150	14	74
1.65	6.0	0.144	8	100
2.0	7.0	0.174	5	104

Preece hat gezeigt[1]), dass die Grenze der Sprachübertragung

[1]) Preece, Grenze der Sprachübertragung durch das Telephon; Proceedings of the Royal Society, Vol. 42, p. 152.

Digitized by Google

durch das Telephon durch das Product K R ausgedrückt ist. Die zu den Versuchen dienende künstliche Linie bestand aus einer Reihe doppelt gewundener Widerstandspiralen und Condensatoren in Abtheilungen von je 33 Ohm Widerstand und von 1 Mikrofarad Capacität. Die Vergleiche wurden in der Art angestellt, dass man den Punkt bestimmte, bei welchem die Articulation bei den verschiedenen Sendern aufhörte. Dieselben waren, wie bei den Versuchen des Mons. Abrezol, mit einem Commutator verbunden, mittelst dessen sich irgend einer der Transmitter in den Stromkreis einschalten liess, ohne das Reden zu unterbrechen oder den übrigen Theil des Apparats in irgend welcher Art zu stören.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten; Rubrik 3 bezeichnet den Punkt, bei welchem die Articulation bei den verschiedenen Sendern völlig ausblieb.

Geprüfter Transmitter	Widerstand in Ohm	Capacität in Mikrofarad	K R	Anmerkungen
Gower-Bell .	693	20	14 553	
D'Arsonval .	858	26	22 308	Dieses Resultat wurde erst nach sehr sorgfältiger Adjustirung erhalten.
Berliner . . .	759	23	17 457	Dieser Sender wurde durch Feuchtigkeit beeinflusst, und K R fiel auf 13 260 nach zweiminutigem Sprechen.
De Jongh . .	693	21	14 553	
Richez	462	14	6 468	
Mix u. Genest	462	14	6 468	

Eine Vergleichung der verhältnissmässigen Leistungsfähigkeit der verschiedenen in diesen Sendern verwendeten Inductionsspulen wurde in gleicher Weise angestellt, indem man den Stromkreis wiederum so anordnete, dass irgend eine der Spulen mit Hülfe eines Commutators an die Stelle einer anderen gesetzt werden konnte, ohne das Sprechen zu unterbrechen.

Die Resultate sind in folgender Tabelle enthalten:

Digitized by Google

Geprüfte Spule	Dimensionen		Widerstände		Sprechgrenze
	Innere Länge in cm	Aeusserer Durchmesser in cm	Primärkreis Ohm	Secundärkreis Ohm	K R
Gower-Bell	6.255	4.445	0.5	250	14 553
D'Arsonval	5.397	2.222	0.7	173	13 200
Berliner	6.370	3.175	0.6	188	13 200
De Jongh	8.255	3.492	0.22	143	10 692
Mix und Genest . .	3.175	2.222	1.00	175	13 200

Hieraus ist ersichtlich, dass die von dem englischen Post Office erhaltenen Resultate mit denen der Schweizer Verwaltung übereinstimmen.

Digitized by Google

Zweiter Theil.

Anwendungen des Telephons.

Unter den zahlreichen practischen Anwendungen des Telephons gebührt der erste Platz dem

Telephonverkehr.

Die Verwendung des Telephons als Verkehrsmittel hat, wie wir schon in der Einleitung erwähnt, eine solch wunderbar rasche Ausdehnung gefunden, dass wir vollständig berechtigt sind, dem Instrument eine noch grössere Zukunft vorauszusagen.

Ueber einen Punkt jedoch müssen wir uns vollkommen klar werden; nicht zur Ersetzung, sondern vielmehr zur Ergänzung des Telegraphen nimmt das Telephon unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, und die Gründe hiefür lassen sich in wenig Worten ausführen.

Zum ersten hinterlässt das Telephon keine Spur einer durch dasselbe gesandten Mittheilung, und zweitens lässt sich die Schnelligkeit, mit der solche Mittheilungen geschehen, nicht mit der unserer heutigen Telegraphen vergleichen, welche nicht weniger als 30 000 Worte per Stunde mittelst eines einzigen Drahtes senden können.

Das Telephon jedoch bietet den äusserst grossen Vortheil dar, dass seine Benutzung keines speciellen Studiums bedarf und dass es sich demnach mit Leichtigkeit in den Bereich unbeschränkten individuellen Gebrauches bringen lässt.

Eine der wichtigsten Anwendungen des Telephons, eine Anwendung, welche bis jetzt nur in Deutschland und in der Schweiz gebührende Beachtung gefunden hat, ist dessen Verwendung zur Verbindung mit dem Telegraphennetze für solche Localitäten, welche

Digitized by Google

entweder zu beschränkt oder zu arm sind, um eine besondere Telegraphenstation zu errichten.

Von täglich grösserem Umfang und täglich grösserer Wichtigkeit ist der Telephonverkehr in grossen Städten und mehr als irgend jemand anders wird der Geschäftsmann in einer grossen Stadt, dessen Bureau mit der Centralstation verbunden ist, den ungeheuren Werth der neuen Erfindung zu würdigen im Stande sein.

Die verschiedenen Vorrichtungen zu beschreiben, welche den Abonnenten in Stand setzen, mit der Centralstation und mit anderen Abonnenten zu verkehren, ist unsere nächste Aufgabe, und wir beginnen mit der Beschreibung der verschiedenen Arten von Draht, die in der Telephonie benutzt werden, gehen dann zur Schilderung der Hülfsapparate einer Sprechstelle und zur Beschreibung solcher Sprechstelle selbst über und lassen hierauf die Beschreibung der Zwischenstellen und Centralstellen folgen.

Capitel X.

Telephondraht.

A. Oberirdische Leitungen.

68. Zweierlei Draht wird hauptsächlich bei der Errichtung von Telephonleitungen verwendet: Stahldraht und Kupferdraht.

Die folgenden Bemerkungen sind bei der Wahl des Stahldrahtes in Betracht zu nehmen:

Es kommt vor Allem darauf an, bei Telephonnetzen den möglichst starken Draht desshalb zu wählen, weil viele hundert Drähte in allen Richtungen parallel laufen oder sich kreuzen, und ein Drahtbruch desshalb die grössten Unannehmlichkeiten mit sich bringen würde. Nicht nur würde ein Drahtbruch den Betrieb selbst durch Verwicklung mit anderen Drähten und darauffolgende Ableitung dauernd unterbrechen, sondern die herabfallenden Drähte würden den Verkehr in den Strassen hemmen und könnten sogar, was noch schlimmer ist, das Leben und die Sicherheit der Passanten gefährden.

Ein möglichst starker und biegsamer Draht ist noch aus anderen Gründen zu empfehlen: es kommt nämlich häufig vor, dass entweder in Folge von eigenthümlichen Ortsverhältnissen oder von persönlichen Vorurtheilen der Hauseigenthümer grosse Distanzen zu über-

Digitized by Google

spannen sind, und dadurch wird natürlich die Festigkeit des Drahtes auf eine harte Probe gestellt. Aus diesen Gründen empfiehlt sich der Stahldraht für Telephonleitungen, und zwar, sowohl der Billigkeit als auch der Sicherheit halber, ein Draht von möglichst kleinem Durchmesser und folglich möglichst kleinem Gewicht. Die Erfahrung hat gelehrt, dass ein verzinkter Stahldraht von 2 mm Durchmesser, der eine Zugfestigkeit von 440 kg hat, sich am besten zu diesem Zwecke eignet. Ein grosser Nachtheil, der bei Telephonnetzen von grosser Ausdehnung sehr bedenklich wird, ist der hohe elektrische Widerstand dieses Drahtes, der im Durchschnitt 54 Ohm per Kilometer erreicht; bei städtischen Linien von beschränkter Distanz kommt dieser Uebelstand nicht so sehr in Betracht.

Der Zinküberzug, den der Draht auf galvanischem Wege empfängt, ist besonders desshalb wichtig, weil der Draht häufig in unmittelbarer Nähe von Kaminen und Essen gespannt werden muss, wo derselbe den schädlichen, durch Verbrennung erzeugten Gasen ausgesetzt ist. Nicht einmal der Zinküberzug schützt in solchem Falle den Draht vollständig und es ist nöthig, den Draht noch besonders durch ein mit einer isolirenden Masse getränktes Gewebe zu beschützen.

In letzterer Zeit hat der Kupferdraht den Stahldraht in grossem Masse verdrängt. Die nöthige Stärke erhält das Kupfer durch einen Zusatz von gewissen Substanzen, wie z. B. Chrom, Phosphor oder Silicium, oder auch durch eine besondere Behandlung beim Drahtzug (Hartzug). Hiedurch büsst der Draht wenig von seiner Leitungsfähigkeit ein, während er ausserordentlich an Stärke gewinnt.

Ein Kupferdraht von 0.8 mm Durchmesser eignet sich vorzüglich zu Telephonleitungen und hat die weiteren Vortheile über den dicken Stahldraht, dass er vermöge seines geringeren Gewichts ein leichteres Gestänge erfordert, dass er vermöge seiner Dünne weniger in die Augen fällt, und daher, was besonders in grossen Städten von Wichtigkeit ist, das ästhetische Gefühl weniger beleidigt.

69. Noch bedeutender sind die Vortheile des Kupfers über den Stahldraht vom elektrischen Standpunkt. Erstens besitzt das Kupfer ein höheres Leitungsvermögen, und zweitens ist es nicht, wie das bei dem Eisen der Fall ist, elektromagnetischer Trägheit (§ 66) ausgesetzt.

Mr. Preece hat eine grosse Anzahl von vergleichenden Versuchen mit einem Eisen- und Kupferdraht zwischen London und Newcastle angestellt[1]) und fand, dass die Geschwindigkeit der elektrischen

[1]) Vortrag bei der Zusammenkunft der British Association, Aberdeen 1885.

Digitized by Google

Uebertragung durch Kupferdraht um 11.19—21.00 % höher ist, als durch Eisendraht. Der Grund für diese bemerkenswerthe Thatsache ist wohl in der hohen inductiven Capacität des weichen Eisens zu suchen, d. h. in der hohen Elektromotivkraft der Extraströme, die beim Durchgang eines elektrischen Stromes im Eisen erzeugt werden. Diese Elektromotivkraft wirkt der anfänglichen entgegen und verzögert dadurch die Circulation des Stromes.

Professor Hughes hat neuerdings gezeigt, dass die Inductivcapacität des Kupfers nur 20 beträgt, wenn die des weichen schwedischen Eisens zu 100 angenommen wird [1]). Diese inductive Capacität hängt jedoch nach den Angaben von Hughes nicht allein von der physischen Beschaffenheit des Leiters, sondern auch von dessen Form ab; ein aus einer Anzahl dünner Eisenstränge bestehendes Drahtseil soll eine geringere inductive Capacität haben, als ein voller Kupferdraht von gleichem Querschnitt.

70. Ein weiterer und äusserst wichtiger Vortheil des Kupferdrahtes ist sein geringer elektrischer Widerstand. Nehmen wir einen Kupfer- und einen Eisendraht von gleichem Widerstand, so hat ersterer einen Durchmesser von 2 mm, wenn letzterer 5 mm Durchmesser besitzt. Der Kupferdraht ist sechsmal leichter als der Eisendraht und seine Oberfläche ist ebenfalls sechsmal kleiner. Der Draht lässt sich demnach viel leichter isoliren und seine elektrostatische Capacität ist bedeutend geringer. Wir müssen einen Luftdraht als einen Condensator betrachten, dessen einer Beleg der Draht, der andere die Erde ist, während die dazwischen liegende Luftschichte die isolirende Substanz vorstellt. Die elektrostatische Capacität einer Luftleitung wird durch die Formel bestimmt:

$$K = \frac{l}{2 \log_e \frac{4h}{d}},$$

wo h die Höhe des Drahtes über dem Boden, l dessen Länge und d dessen Durchmesser ist.

Das folgende Beispiel ist dem oben erwähnten Vortrag des Mr. Preece entnommen und gibt das Resultat einer Reihe von Versuchen, die auf den Telegraphenlinien zwischen Bishop Auckland und Teams und zwischen Pierce Bridge und Baldersby Cross Roads angestellt

[1]) Vortrag, gehalten bei der Jahresversammlung der Society of Telegraph Engineers, 28. Januar 1886.

Digitized by Google

wurden. Die Durchschnittshöhe des Kupferdrahts über dem Boden war 6.90 m und die des an dem gleichen Gestänge befestigten Eisendrahts 6.60 m. Die Drahtdurchmesser waren 2 mm und 4.27 mm.

Für den Kupferdraht ergibt sich sonach:

$$\log \frac{4h}{d} = \log \frac{4 \times 23 \times 12 \times 1000}{80} = 4.1398971$$

und für den Eisendraht:

$$\log \frac{4h}{d} = \log \frac{4 \times 23 \times 12 \times 1000}{171} = 3.7906078,$$

$$\frac{3.7906078}{4.1398971} = 0.916.$$

Die Capacität des Kupferdrahts ist demnach $100 - 91.6 = 8{,}4\,\%$ geringer als die des Eisendrahts. Dieses Resultat stimmt so ziemlich mit dem Durchschnittswerth der Capacitätsdifferenzen überein, der sich aus den auf dieser Linie angestellten Messungen ergab und sich auf 9.1 % belief.

Die Durchschnittscapacität eines einzelnen, etwa 15 cm oberhalb des Bodens ausgespannten Eisendrahtes von 4.27 mm Durchmesser betrug 0.0131 Mikrofarad, während ein in derselben Höhe gespannter, aber von einer Anzahl anderer Drähte umgebener Eisendraht von gleichem Durchmesser eine Durchschnittscapacität von 0.0169 Mikrofarad per englische Meile (0.62 km) ergab. Die Capacität eines Kupferdrahtes von 2 mm Durchmesser wäre unter ähnlichen Bedingungen ungefähr 0.0120 und 0.0142 Mikrofarad per Meile. Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, dass je geringer die Capacität, desto besser die telephonische Uebertragung.

71. Die Verwendung von Kupferdraht hat den weiteren Vortheil, dass die Leitungen viel weniger den Geräuschen ausgesetzt sind, die theils von der gegenseitigen Induction der Drähte auf einander, theils von anderen Einwirkungen tellurischer Art herrühren. Diese Einwirkungen machen sich besonders auf langen Linien bemerkbar und rühren davon her, dass in den Drähten, die sich sämmtlich im magnetischen Kraftfeld der Erde befinden, Ströme inducirt werden, wenn die Drähte durch heftige Winde in Schwingung versetzt werden. In Leitungen die von Norden nach Süden laufen und bei ihren Schwingungen das magnetische Kraftfeld der Erde rechtwinklig durchschneiden, sind die Inductionseffecte besonders kräftig und äussern

Digitized by Google

sich viel mehr in Eisen- als in Kupferdrähten, da sich erstere wie lineare Magnete verhalten und die Kraftlinien concentriren [1]).

Der Kupfer- sowohl als der Eisendraht jedoch sind noch weiteren Geräuschen ausgesetzt, die von Strömen verschiedener Art herrühren. Beide Enden des Drahtes sind zur Erde abgeleitet und mit Erdplatten verbunden, die im Allgemeinen vermöge ihrer verschiedenen Höhenlage und der verschiedenen physikalischen Beschaffenheit des Bodens verschiedenes elektrostatisches Potential besitzen. Nun übt allerdings der hierdurch erzeugte continuirliche Strom keine Wirkung auf das Telephon aus; sobald derselbe jedoch, sei es durch den veränderlichen Widerstand einer Löthstelle oder durch veränderliche Isolation, zum intermittirenden Strome wird, äussern sich diese störenden Einwirkungen auf die unangenehmste Art. Dies geschieht besonders, wenn die Löthstellen einem starken Winde ausgesetzt sind und wenn die Isolation durch Regen und Schnee leidet. Es kann vorkommen, dass das eine Ende der Leitung vollkommen ruhig sein kann, während es am andern Ende ganz unmöglich ist, ein Gespräch zu führen, und es lässt sich daher nicht annehmen, dass auf einer langen Leitung eine elektrische Störung in einer unendlich kurzen Zeit über die ganze Linie sich fortpflanze. Häufig beschränkt sich solche Störung auf einen Theil der Leitung und der übrige Theil bleibt ganz verschont [1]).

72. Wir müssen hier darauf aufmerksam machen, dass der Kupferdraht mit der grössten Sorgfalt zu behandeln ist. Mr. Preece hat die neuesten Erfahrungen und Resultate mit Bezug auf das Ziehen von Kupferdraht in einer Abhandlung der British Association in Manchester im September 1887 vorgelegt. Derselbe sagt darin: Der Draht wird einer strengen Prüfung unterzogen; er wird genau kalibrirt und auf seine Dehnbarkeit und Zugfestigkeit geprüft. Er wird sechsmal um seinen eigenen Durchmesser gewunden, wieder ausgestreckt und nochmals in derselben Weise gewunden und darf dabei nicht brechen. Ein Stückchen Draht wird dann in zwei Schraubstöcke eingeklemmt, die in einer Entfernung von 8 cm von einander stehen und von denen der eine feststeht, während der andere langsam gedreht wird, bis der Draht bricht. Die Anzahl der Drehungen, denen der Draht widersteht, wird durch einen Dintenstrich angezeigt, den man vor dem Beginnen der Prüfung am oberen Ende des Drahtstückes anbringt. Die Zahl der vom Drahte gebildeten Windungen lässt sich dann leicht zählen.

---

[1]) Wietlisbach, Die Technik des Fernsprechens, p. 109.

Digitized by Google

Die Prüfung auf Zugfestigkeit besteht in einem directen Verfahren, wonach der Draht einer allmälig wachsenden Spannung so lange ausgesetzt wird, bis er bricht.

Risse, Ritzen, Biegungen, Schleifen und andere Beschädigungen haben etwa denselben Effect, wie Ritzen eines Diamanten im Glas. Man hat besondere, mit Bremsen versehene Scheiben in der Art construirt, dass sich der Draht unter Spannung abwinden lässt und Ausbeugungen und Schleifen vermieden werden. Die Löthstellen werden mit verzinntem Draht umwunden und mittelst Zinkchlorid gelöthet; dabei muss man eine andauernde Erhitzung vermeiden, denn dies schwächt und erweicht den Draht; ein möglichst schneller Löthprocess ist daher ein wesentliches Erforderniss.

73. Ein äusserst wichtiger Punkt, der am Anfange nicht genügend beachtet wurde, ist die Isolation des Drahtes. Die Entfernungen telephonischer Uebertragung waren am Anfang beschränkter Art und eine weniger vollkommene Isolation kein ernstliches Hinderniss. Nun haben wir es aber heutzutage mit Distanzen zu thun, die sich auf Hunderte von Kilometern belaufen, und da hat denn auch die Isolation einen merkbaren Effect, der sich in zweierlei Richtungen äussert.

In erster Linie ergibt sich hieraus ein Stromverlust und in Folge dessen eine Abschwächung der übertragenen Laute. Insbesondere werden die Befestigungspunkte, deren jeder sich als eine mehr oder weniger wirksame Erdleitung betrachten lässt, durch unvollkommene Isolation beeinflusst. Je besser die Isolation, desto kleiner der abgeleitete Strom, während im entgegengesetzten Falle die zahlreichen Befestigungspunkte, die sich nothwendigerweise auf einer langen Linie befinden, einen äusserst schädlichen Einfluss auf die Intensität der übertragenen Laute ausüben müssen. Und nicht blos findet eine Ableitung zur Erde statt, wenn eine Anzahl von parallelen Drähten an demselben Gestänge befestigt sind, sondern ein noch grösserer Theil des Stromes geht auf benachbarte Drähte über und zwar um so mehr, je mehr Befestigungspunkte die Drähte mit einander gemein haben.

So kann es leicht vorkommen, dass der abgeleitete Strom so stark wird, dass man das auf einem Drahte geführte Gespräch auf einer benachbarten Linie mit anhören kann. Dieser nachtheilige Effect wird nicht nur durch Ableitung, sondern auch durch Induction hervorgebracht; allein diese letztere Erscheinung haben wir schon in Capitel II ausführlich behandelt.

74. Um diese Inductionseffecte zu beseitigen, hat man verschiedene Verfahren eingeschlagen. Man hat schon von Anfang an ge-

Digitized by Google

funden, dass eine Doppelleitung der Induction viel weniger ausgesetzt ist als eine einfache, und Professor Hughes hat gezeigt, dass, wenn man die beiden Drähte zusammenwürgt, diese Störungen noch viel seltener auftreten. Diese Idee wurde von Charles Moseley zwischen Manchester und Oldham in folgender Weise praktisch ausgeführt.

Aus Fig. 75 ist ersichtlich, dass die beiden Drähte sich in solcher Art kreuzen, dass sie sich in der gleichen durchschnittlichen Entfernung von allen störenden, äusseren Einflüssen, wie z. B. von einem Telegraphendraht oder einer zweiten Telephonleitung, befinden. So wird z. B. in unserer Figur der störende Einfluss des Telegraphen-

Fig. 75.

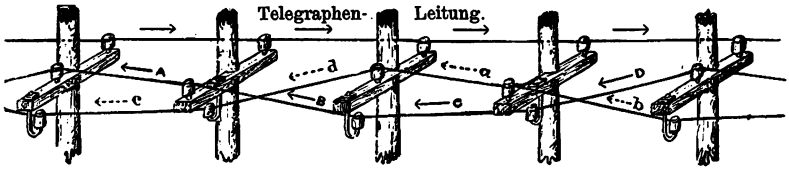
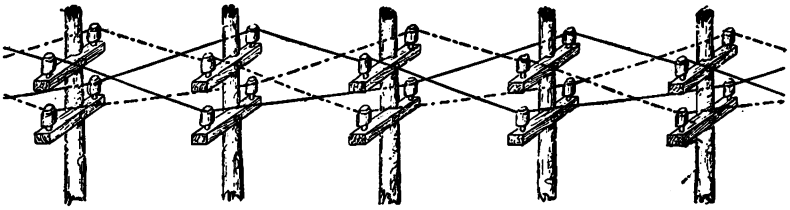


Fig. 76.



drahts auf die Spannweiten A, B, C und D des Hinleitungsdrahts durch denselben störenden Einfluss auf die Spannweiten a, b, c und d des Rückleitungsdrahts vollständig aufgehoben.

Fig. 76 zeigt die Anordnung für solche Fälle, wo zwei Telephonleitungen an denselben Stangen befestigt sind.

Zur Isolation dienen gewöhnlich die in der Telegraphie verwendeten doppelten Porzellanglocken. Die Distanz zwischen den einzelnen Isolatoren ist in solcher Weise anzuordnen, dass selbst ein starker Wind keine Verwicklung der Drähte herbeiführt. Für parallele Drähte ist eine Distanz von 40 cm hinreichend, vorausgesetzt dass keine Verbindungsstellen auf der Strecke vorkommen. Für kürzere Spann-

Digitized by Google

weiten genügen 30 cm, während für Spannweiten von 200 m 50 cm zu empfehlen sind. Auch die Beschaffenheit des Drahtes ist in Betracht zu nehmen: für Kupferdraht von 0.8 mm und kurze Spannweiten genügen 20 cm.

75. Ein weiterer Umstand von grösster Wichtigkeit für Telephonnetze ist der Durchhang des Drahtes zwischen zwei Stützen. Herr Rothen, der Director der eidgenössischen Telegraphen, hat diesen Durchhang für verschiedene Spannweiten und Temperaturen berechnet, indem er den Ausdehnungscoefficienten des Stahldrahtes zum Ausgangspunkte nahm und von der Regel ausging, dass die Spannung die Beanspruchung von 60 kg nicht übersteigt. Die Resultate seiner Berechnung findet man in folgender Tabelle:

Spannweite in Meter	Durchhang in Centimeter bei verschiedenen Temperaturen										
	−25°	−20°	−15°	−10°	−5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°
50	13	28	36	43	49	53	57	62	67	71	76
60	20	34	44	50	58	63	70	77	80	85	88
70	25	41	52	61	70	76	83	88	93	100	104
80	33	47	60	70	80	90	97	102	108	113	118
90	41	58	70	80	90	100	108	115	120	128	134
100	54	68	83	95	107	114	123	132	141	150	156
120	75	90	106	120	131	140	154	164	174	182	188
140	100	118	136	150	162	176	187	197	207	217	226
160	128	146	163	180	196	207	220	230	240	250	264
180	164	182	200	214	227	240	257	268	278	290	300
200	211	228	248	263	278	290	306	317	330	340	347
250	321	340	360	375	390	410	423	438	448	458	466
300	462	482	502	520	540	560	575	590	605	620	636
350	638	660	680	700	720	738	756	770	787	800	816
400	830	850	875	897	920	936	950	970	980	1008	1024
500	1280	1300	1325	1350	1368	1375	1400	1420	1435	1455	1470
600	1825	1850	1870	1890	1920	1940	1965	1990	2015	2040	2065
700	2515	2550	2575	2605	2640	2670	2695	2720	2750	2773	2800

Diese Tabelle zeigt zwei bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, die sie mit den Tabellen für den Durchhang von Telegraphendrähten gemein hat, die jedoch bei letzteren nicht so stark ausgeprägt sind. Dieses sind: erstens die rasche Steigerung des Durchhangs bei Vergrösserung der Spannweite und zweitens die Differenz in der verhältnissmässigen Verlängerung des Durchhangs bei Steigerung der Temperatur für grosse sowohl als für kleine Spannweiten.

So erfordert z. B. ein Draht von 50 m Spannweite bei 10° einen Minimaldurchhang von 62 cm, während ein Draht von 700 m Spann-

Digitized by Google

weite bei derselben Temperatur einen Durchhang von 2700 cm erfordert. Für kurze Spannweiten hingegen steigt der Durchhang rasch mit der Steigerung der Temperatur, während für lange Spannweiten dieser Zuwachs verhältnissmässig gering ist. Der Durchhang eines Drahtes von 50 m Spannweite wächst um etwa 500 % zwischen $-25°$ und $+25°$, während der eines Drahtes von 700 m Spannweite unter denselben Bedingungen nur um 12 % zunimmt. Hieraus ergibt sich, dass man bei niedriger Temperatur nichts für grosse Spannweiten, das Schlimmste jedoch für kurze Spannweiten zu fürchten hat, wenn man den Durchhang zu klein genommen hat. Diese Eigenthümlichkeiten sind sogar noch augenfälliger bei einer graphischen Darstellung der Tabelle, in welcher man die Temperaturgrade als Abscissen und die Durchhänge als Ordinaten nimmt. Solch eine graphische Darstellung ermöglicht eine sofortige Bestimmung der Durchhangslänge durch Interpolation.

Manchmal ist der Durchhang schwer zu bestimmen und es ist bequemer, die geeignete Spannung des Drahtes mit Hülfe eines Dynamometers zu bestimmen, wie wir später zeigen werden. Zu diesem Zwecke hat Herr Rothen die folgende Tabelle zusammengestellt, welche die Spannung des Drahtes unter den oben angeführten Verhältnissen in Kilogramm ausdrückt.

Spannweite in Meter	Spannung in Kilogramm für verschiedene Temperaturgrade										
	$-25°$	$-20°$	$-15°$	$-10°$	$-5°$	$0°$	$+5°$	$+10°$	$+15°$	$+20°$	$+25°$
50	60.0	27.5	22.3	18.8	16.4	14.7	13.5	12.5	11.6	11.0	10.5
60	60.0	33.0	26.0	22.0	19.2	17.2	15.9	14.7	13.8	13.0	12.6
70	60.0	37.0	29.4	25.0	22.2	20.0	18.5	17.2	16.2	15.3	14.6
80	60.0	41.0	32.6	27.6	24.6	22.3	20.6	19.3	18.2	17.2	16.3
90	60.0	43.7	35.6	30.3	27.0	24.5	22.8	21.4	20.1	19.0	18.0
100	60.0	45.4	37.8	32.6	29.5	27.0	25.1	23.5	22.0	20.7	19.7
120	60.0	48.2	41.3	36.5	33.1	30.8	28.8	27.3	25.7	24.6	23.7
140	60.0	50.7	44.8	40.4	37.1	34.5	32.7	31.0	29.5	28.2	27.2
160	60.0	53.0	48.2	44.0	40.7	38.0	36.0	34.2	32.6	31.4	30.4
180	60.0	54.4	50.0	46.3	43.2	40.6	38.5	36.7	35.1	33.9	33.0
200	60.0	55.4	51.7	48.5	45.7	43.5	41.3	39.5	38.0	36.6	35.6
250	60.0	56.2	53.3	50.8	48.6	46.0	44.7	43.2	41.9	40.9	40.0
300	60.0	56.9	54.6	52.6	50.8	49.2	47.7	46.5	45.4	44.4	43.4
350	60.6	57.3	55.4	53.7	52.5	51.2	50.0	48.9	48.0	47.0	46.2
400	60.0	57.7	56.2	54.9	53.7	52.7	51.7	50.7	49.9	49.3	48.7
500	60.0	58.1	57.0	56.0	55.2	54.4	53.6	53.0	52.4	52.0	51.7
600	60.0	58.4	57.5	56.7	56.2	55.6	55.2	54.8	54.5	54.3	54.2
700	60.0	58.6	57.7	57.2	56.6	56.4	56.0	55.6	55.4	55.2	55.0

Digitized by Google

Diese Tabelle zeigt, dass die Spannung der Drähte mit kurzer Spannweite bei Erhöhung der Temperatur sehr rasch sinkt, während bei Drähten mit grosser Spannweite die ursprüngliche Spannung annähernd die gleiche bleibt. Hieraus ergibt sich, dass ein Draht von 50 m Spannweite bei $-25°$ unfehlbar brechen würde, wenn er bei $+25°$ einer Spannung von sage 15 kg, statt der zulässigen Maximalspannung von 10.5 kg ausgesetzt würde.

Alle die Zahlen der beiden vorangehenden Tabellen bezeichnen die äusserste zulässige Grenze. Wo es nur möglich ist, hinter diesen Werthen zurückzubleiben (grösserer Durchhang und geringere Spannung), wird man dies nur zu gerne thun.

Fig. 77.

76. Die Spannung eines Drahtes wächst sehr rasch durch Ablagerungen von Schnee und Eis. Diese Ablagerungen bilden häufig Cylinder von mehreren Centimetern Durchmesser auf einem einzelnen Drahte. Das specifische Gewicht des Schnees ist 0.12 und das des Eises 0.92; für ein Gemisch beider, woraus gewöhnlich diese Ablagerungen bestehen, kann man ein specifisches Gewicht von 0.3 annehmen. Eine Ablagerung von 3.58 mm Dicke verdoppelt demnach das Gewicht und folglich auch die Spannung eines Stahldrahtes von 2 mm, dessen specifisches Gewicht 7.2 beträgt. Es ist eine allgemeine Bemerkung, dass grössere Massen von Eis auf Kupferdraht abgelagert werden als auf Eisendraht, und diese Bemerkung stimmt mit dem Unterschied der specifischen Wärme beider Metalle überein.

Gewöhnlich bestimmt man die Grösse des Durchhangs mittelst einer Messlatte, welche man in der Mitte der Spannweite in gleicher Höhe mit den beiden Stützpunkten hält. Man lässt dann den Draht so weit nach, bis er den verlangten Durchhang auf der Messlatte zeigt. Die nöthige Visur zwischen den beiden Stützpunkten ist oft schwierig, z. B. wenn der Draht über ein Thal oder einen Fluss gespannt werden muss. Man misst in diesem Falle den Durchhang vertical abwärts an den beiden Stützposten und spannt den Draht, bis dessen Scheitel die Visurlinie zwischen den beiden Punkten erreicht.

77. In neuerer Zeit bedient man sich vorzugsweise eines anderen

Digitized by Google

Verfahrens, um den Draht zu spannen, welches darin besteht, dass man statt des Durchhangs die dem nöthigen Durchhang entsprechende Spannung bestimmt. Zu diesem Zweck bedient man sich des in Fig. 77 dargestellten Federdynamometers. Dieses Instrument besteht aus einer in einer Messingröhre eingeschlossenen starken Stahlfeder. Eine Art von Haken, den man Froschklemme nennt, ist an der Feder befestigt und ragt aus der Messingröhre hervor. Je nachdem der Haken mehr oder weniger aus der Röhre herausgezogen wird, ist der auf die Stahlfeder ausgeübte Zug stärker oder schwächer und kann an einem Maassstab, welcher auf dem Verbindungsstück zwischen dem Haken und der Feder eingravirt ist, abgelesen werden. Der Draht wird um den Haken gewunden und die Röhre wird durch einen Ring so lange rückwärts gezogen, bis die Eintheilung den verlangten Zug anzeigt; hierauf wird der Draht am Isolator befestigt.

So viel hängt von der Sorgfalt und Genauigkeit des Drahtziehens ab, dass das obige Verfahren nunmehr ausschliesslich von dem englischen Post office angewandt wird. Letzteres hat ferner die folgende Tabelle für die den verschiedenen Temperaturen entsprechenden Durchhänge und Spannungen herausgegeben.

Drahtsorte und Durchmesser	Spannweite	Bei −4.4° C. Niedere Temp. Harter Frost		Bei +4.4° C. Gewöhnliche Wintertemp.		Bei +14.4° C. Durchschn.-Sommertemp.		Bei +24.4° C. Hohe Sommertemp.	
		Durchhang	Spannung	Durchhang	Spannung	Durchhang	Spannung	Durchhang	Spannung
	m	dm	kg	dm	kg	dm	kg	dm	kg
Eisen 4.3 mm	91.44	9.588	122.47	11.43	102.96	13.02	90.72	14.45	81.64
	82.30	7.779	„	9.588	99.34	9.843	86.18	12.41	76.65
	73.15	6.160	„	7.906	95.25	9.334	80.74	10.57	71.20
	64.01	4.699	„	6.413	89.81	7.747	74.38	8.859	64.86
	54.86	3.461	„	5.080	83.45	6.287	67.13	7.302	58.05
	45.72	2.413	„	3.937	74.84	5.017	58.96	5.906	49.89
Eisen 3.25 mm	91.44	9.588	61.23	11.43	51.26	13.02	45.36	14.45	40.82
hart gezog. Kupfer 2.6 mm	91.44	8.128	54.43	10.92	40.37	13.18	33.56	15.11	29.03
	82.30	6.604	„	9.398	38.10	11.56	31.30	13.24	27.21
	73.15	5.175	„	7.842	36.28	9.780	29.03	11.40	24.72
	64.01	3.969	„	6.541	33.11	8.287	26.08	9.779	22.22
	54.86	2.953	„	5.334	29.93	6.890	23.13	8.192	19.50
	45.72	2.032	„	4.223	26.31	5.588	19.96	6.699	16.56
hart gezog. Kupfer 2.1 mm	91.44	8.128	36.29	10.92	26.76	13.18	22.22	15.11	19.50

Digitized by Google

Die Minimaltemperatur wurde zu $-5.5°$, die Durchschnittstemperatur im Winter zu $+4.5°$, die Durchschnittstemperatur im Sommer zu $15°$ und die höchste Temperatur im Sommer zu $25°$ angenommen (dies sind englische Temperaturverhältnisse).

Die mit Hülfe des Dynamometers bestimmte Spannung sollte in allen Fällen mit derjenigen übereinstimmen, welche in der Tabelle für einen gewissen Draht und eine gewisse Durchschnittsspannweite bei der während des Drahtziehens vorherrschenden Temperatur gegeben ist.

Der Durchhang und die Spannung von Kupfer- und Eisendraht werden nicht im gleichen Verhältniss vom Temperaturwechsel beeinflusst, da das Kupfer einen höheren Ausdehnungscoefficienten als das Eisen hat. Bei einer Spannweite von weniger als 80 Yards (73 m) kann man jedoch, ohne grosse Gefahr zu laufen, die beiden Drahtsorten mit dem gleichen Durchhang spannen; sobald aber die Spannweite diese Länge übersteigt, sind Contacte zu fürchten und dann mag man sich eine unbedeutende Abweichung von den in der Tabelle gegebenen Zahlen erlauben, um dieser Schwierigkeit auszuweichen. So z. B. gibt man dann dem Kupferdraht einen etwas grösseren und dem Eisendraht einen etwas kleineren Durchhang. Es ist jedoch in allen Fällen rathsam, Kupfer- und Eisendraht nicht zusammen zu spannen, wenn die Spannweite mehr als 73 m beträgt. Zur Berechnung der Tabelle wurden die folgenden Formeln benutzt:

$$d = \frac{a^2 w}{8t};\quad d = \sqrt{\frac{3a\,(s-a)}{8}};\quad s = a + \frac{8d^2t}{3a} = \frac{w\,a^2}{8d}.$$

a ist hier die Spannweite, d Durchhang, t Spannung am Isolator, w Gewicht der Längeneinheit, s Länge des Drahtes.

Ausdehnungscoefficient des Eisens = 0.0000123 (für 1° C.)
„ „ Kupfers = 0.0000172 (für 1° C.)
w für Eisendraht von 400 ℔ Gewicht (181.44 kg) = 0.18154 kg pro km
„ „ Kupferdraht „ 150 „ „ (68.04 „) = 0.06807 „ „ „
„ „ „ „ 100 „ „ (45.36 „) = 0.04539 „ „ „

Folgendes ist eine Tabelle über die in der Telephonie am häufigsten verwendeten Drähte und deren wichtigste Eigenschaften [1]):

[1]) Wietlisbach, Die Technik des Fernsprechens, p. 121.

Digitized by Google

Drahtsorte	Gewicht pro Kilometer in kg	Widerstand pro Kilometer in Ohm	Leitungsfähigkeit Cu = 100	Tragfähigkeit in kg	Preis pro Kilometer in Mark
Eisendraht 5 mm . . .	155	6.5	12	780	40
„ 4 „ . . .	100	10	12	500	23
„ 3 „ . . .	56	18	12	300	13
Stahldraht 2 „ . . .	25	54	9	440	12
Kupferdraht 0.8 „ . . .	4.5	108	30	38	10
„ 1.2 „ . . .	10.9	42	32	80	30
„ 2 „ . . .	28	5.6	97	150	57

B. Kabel.

78. Die Verwendung von Kabeln zu telephonischen Zwecken ist in letzterer Zeit durch die in steter Zunahme begriffenen oberirdischen Leitungen geradezu zur Nothwendigkeit geworden. Besonders ist dies in grossen Städten der Fall und zwar bis zu dem Punkte, wo sich die von der Centralstation ausgehenden Drähte nach verschiedenen Richtungen verzweigen. Die Anzahl der von der Centralstation ausgehenden Drähte wird so gross, dass ein Gestänge dieselben nicht mehr aufnehmen kann und dass man zwei, drei oder sogar noch mehr grosse Gestänge errichten muss, die ihrerseits wieder nach einer kurzen Zeit vollständig besetzt werden und neue Anlagen erfordern.

Die Verwendung von Kabeln ist in solchen Fällen nicht nur wünschenswerth, sondern wird über kurz oder lang entweder von Seiten der Regierung oder von den städtischen Behörden angeordnet werden, aus dem einfachen Grunde, dass das Vorhandensein einer solchen enormen Anzahl von Luftleitungen im Falle von Stürmen, Schneefall etc. wirklich lebensgefährlich wird.

Zwei Arten von Kabeln hat man zu diesem Zwecke verwendet:

1) Luftkabel,
2) Erdkabel.

Die Verwendung von Kabeln hat mit einer grossen Schwierigkeit zu kämpfen, nämlich die gegenseitige Induction der verschiedenen Adern auf einander, in Folge deren ein auf einem Drahte geführtes Gespräch auf einem anderen Drahte gehört werden kann. Man hat verschiedene Mittel versucht, um dieser Schwierigkeit zu begegnen; man hat jede Telephonleitung mit einer besonderen Rückleitung versehen und hat die verschiedenen, die Hin- und Rückleitungen bildenden Adern so angeordnet, dass eine durch eine Hin- und Rückleitung

Digitized by Google

gelegte Ebene einer andern durch eine zweite Hin- und Rückleitung gelegten Ebene nicht parallel läuft; und ferner hat man die Adern mit isolirenden Substanzen umgeben, und hat dadurch die Inductionseffecte auf ein Minimum reducirt [1]).

Das erstere Mittel einer besonderen Rückleitung ist ein sehr kostspieliges und so hat man zu dem zweiten Zuflucht genommen und hat am Anfang die Kabel so construirt, dass man jede einzelne isolirte Ader mit einem dünnen Blei- oder Stanniolmantel umpresste. Diese Constructionsart ist jedoch nur dann wirksam, wenn die sämmtlichen Blei- oder Stanniolbekleidungen nicht nur unter sich, sondern auch mit der Erde verbunden sind. Die Aufgabe dieser Bekleidungen besteht nicht darin, dass sie einen Schutz gegen die gegenseitige Induction der einzelnen Drähte gewähren, sondern dass sie eine Rückleitung für die den Hinleitungsdraht umgebenden Ströme bilden. Die störenden Wirkungen der Induction werden auf diese Art aufgehoben, da sie beide Theile des Stromes gleichmässig beeinflussen.

Zu diesem Zwecke haben die Herren Felten und Guilleaume von Mülheim a. Rhein einen oder mehrere blanke Kupferdrähte fest zwischen die isolirten Adern eingepresst. Hiedurch werden erstere auf ihrer ganzen Oberfläche mit den Metallbekleidungen der Adern in permanente Verbindung gebracht und wenn man sie schliesslich an beiden Kabelenden mit der Erde verbindet, so erhält man eine ununterbrochene Leitung von guter Leitungsfähigkeit, die, mit der Erde an beiden Enden verbunden, der Induction entgegen wirkt.

Felten und Guilleaume-Kabel [2]).

79. Bei der Construction dieser Bleikabel ist auf eine hohe Isolation und ganz besonders auf Verminderung der störenden Einflüsse der Induction Rücksicht genommen worden. Zu diesem Zwecke sind die Kupferdrähte der Leitungsadern mit einem isolirenden Gespinnst umgeben, das eine geringere statische Capacität als Guttapercha und Gummi besitzen und auch widerstandsfähiger gegen die Einflüsse der Wärme sein soll. Ferner sind, wie schon oben erwähnt, die einzelnen Leitungsadern mit Stanniolhüllen umgeben, welche vermittelst der eingelegten, nicht isolirten Erddrähte unmittelbar an die Erde gelegt werden.

---

[1]) Grawinkel, Telephonie und Mikrophonie, p. 274.

[2]) Nach den von der Firma Felten und Guilleaume gütigst zur Verfügung gestellten Angaben und Anweisungen.

Digitized by Google

Zwecks Erkennung der einzelnen Leitungen sind zwei neben einander liegende Adern verschieden markirt, und ist dadurch die Reihenfolge sämmtlicher Adern gegeben.

Die Dimensionen und die Anordnung der Adern und der Erddrähte sind so gerichtet, um den an ein Kabel gestellten Hauptanforderungen zu genügen. Diese sind ein möglichst geringes Gewicht per Meter und Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse von Klima und Wetter.

Solche Fernsprechbleikabel können mit jeder beliebigen Anzahl Leitungen hergestellt werden. Felten und Guilleaume empfehlen jedoch aus technischen Gründen vorzugsweise Kabel mit 27 Leitungen, weil schwerere Kabel nicht mehr die wünschenswerthe Biegsamkeit besitzen und überhaupt zu schwerfällig sind.

Die folgenden von Felten und Guilleaume hergestellten Kabel werden hauptsächlich für telephonische Zwecke benutzt.

I. Kabel mit Doppelleitungen.

a) Luftkabel. Diese bestehen aus Gruppen von je zwei oder vier mit imprägnirtem Gespinnst isolirten Kupferdrähten von 0.8 mm Durchmesser, die mit einem doppelten Bleimantel umpresst sind, der schliesslich mit einem in weisser Oelfarbe getränkten Band umwickelt wird.

Die folgende Tabelle gibt das Gewicht der verschiedenen Kabel dieses Typus:

Fabriknummer	Anzahl der Adern	Gewicht pro Kilometer in kg
902	1 × 2	350
903	1 × 4	380
904	3 × 4	850
905	4 × 4	1070
906	5 × 4	1210
907	7 × 4	1400
908	12 × 4	2030
909	14 × 4	2190
910	16 × 4	2380
911	19 × 4	2800

b) Erdkabel. Die Construction ist die gleiche wie die der Luftkabel, nur kommt über den doppelten Bleimantel eine Bewick-

Digitized by Google

lung von asphaltirtem Band und eventuell noch eine Armatur aus verzinkten Eisendrähten oder Eisenband und Compound, oder es werden die nicht armirten Kabel in eiserne oder gemauerte Rinnen gelegt.

II. Kabel mit Einzelleitungen.

(Ohne Stanniolbewicklung.)

a) Luftkabel. Die Kupferdrähte von 0.8 mm Durchmesser sind mit imprägnirtem Gespinnst isolirt, mit doppeltem Bleimantel umpresst, der mit einem in weisser Oelfarbe getränkten Bande bewickelt ist.

Ein 25adriges Kabel dieser Construction wiegt 1390 kg, ein 50adriges 2560 kg und ein 100adriges 4530 kg per Kilometer.

b) Erdkabel. Dieselbe Bemerkung, die mit Rücksicht auf die Erdkabel mit Doppelleitung gemacht wurde, findet auch auf diese Kabel Anwendung.

III. Inductionsfreie Kabel mit Einzelleitungen.

(Mit Stanniolbewicklung.)

A. Ohne Erddrähte.

a) Luftkabel. Ein jeder der mit imprägnirtem Gespinnst isolirten Kupferdrähte von 0.8 mm Durchmesser wird mit Stanniol umwickelt, mit doppeltem Bleimantel umpresst, der von einem in weisser Oelfarbe getränkten Bande umgeben ist.

Ein 25adriges Kabel dieser Construction hat ein Gewicht von 1570 kg, ein 50adriges 2930 kg, und ein 100adriges 5280 kg per Kilometer.

b) Erdkabel. Die gleiche Construction, nur kommt über den doppelten Bleimantel eine Bewicklung von asphaltirtem Band und eventuell noch eine Armatur von verzinkten Eisendrähten oder Eisenband und Compound, oder es werden die nicht armirten Kabel in eiserne oder gemauerte Rinnen gelegt.

B. Mit Erddrähten.

a) Luftkabel. Ein jeder der mit imprägnirtem Gespinnst isolirten Kupferdrähte von 0.8 mm Durchmesser wird mit Stanniol umwickelt, drei oder vier blanke Kupferdrähte werden zwischen die isolirten Adern eingepresst, das ganze mit einem doppelten Bleimantel umpresst, der mit einem in weisser Oelfarbe getränkten Bande umwickelt wird.

Digitized by Google

Die folgende Tabelle gibt das Gewicht der verschiedenen Kabel dieses Typus:

Fabriknummer	Anzahl der Adern	Erddrähte	Gewicht pro Kilometer in kg
2612	7	0	740
2563	14	4 × 0.9 mm	1180
2531	27	3 × 1.0 „	1660
2566	52	4 × 1.0 „	2610

b) Erdkabel. Dieselbe Bemerkung, die mit Rücksicht auf Kabel ohne Erddrähte gemacht wurde, findet auch auf diese Kabel Anwendung.

Die Kabel werden gewöhnlich in Längen von 500 bis 1000 m hergestellt, lassen sich jedoch in jeder beliebigen Länge fertigen.

Zur Herstellung der verschiedenen Verbindungen zwischen zwei Kabellängen unter sich, zwischen einem Luftkabel und einer oberirdischen Leitung, zwischen einem Erdkabel und einer oberirdischen Leitung haben Felten und Guilleaume besondere Anweisungen gegeben, die wir in Folgendem anführen.

a) Zubereitung der Aderenden zum Anlegen am Umschalter, Apparate etc.

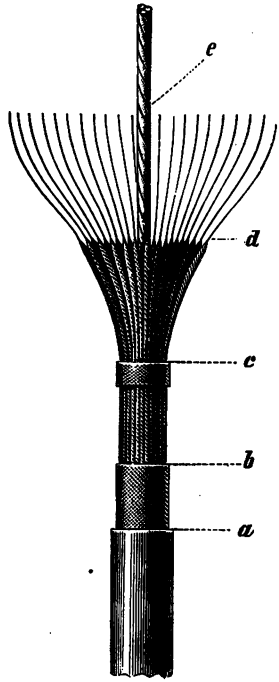
80. Da die Fernsprechbleikabel mit imprägnirter Isolation leicht Feuchtigkeit anziehen, wodurch dann die Isolirfähigkeit des imprägnirten Gespinnstes wesentlich beschädigt wird, so ist bei Herrichtung von Anschlüssen und Verbindungen mit ausserordentlicher Sorgfalt zu verfahren und ganz besonders auf einen absolut wasserdichten Abschluss des Kabels an den Enden und Verbindungsstellen Bedacht zu nehmen.

Zunächst sind die Kabelenden genau zu untersuchen; findet man, dass dieselben in irgend einer Art beschädigt sind, so muss der beschädigte Theil unbedingt entfernt werden. Wegen der grossen Empfindlichkeit der Fernsprecher ist beim Freilegen der Leitungsadern sorgfältigst darauf zu achten, dass nicht etwa eine directe Ueberleitung der elektrischen Erregung von einer Ader auf die andere oder auf die Bleihülle stattfindet. Nachdem man auf die erforder-

Digitized by Google

liche Länge die äussere Bandhülle entfernt hat, macht man mit einem Messer vorsichtig einen Rundschnitt durch den Bleimantel und zieht diesen behutsam ab. Das zwischen den Leitungsadern und dem Bleimantel gelegene Band wird so weit entfernt, dass es noch etwa 15 mm vor dem Bleimantel vorstehen bleibt. Nachdem man durch Messung nachgewiesen hat, dass jede Leitung für sich elektrisch tadellos ist, legt man die erforderliche Länge der Kupferdrähte frei, indem man das isolirende Gespinnst durch Schaben mit einem stumpfen Messer beseitigt (Fig. 78). Von dem noch weiter freigelegten Theil wird dann die Stanniolumhüllung so weit entfernt, dass nur noch ein kurzes Stück der aus dem Bleimantel vorstehenden Adern mit Stanniol umhüllt bleibt, um an den gefärbten Stanniolstreifen die Reihenfolge der einzelnen Leitungen erkennen zu können. Das freie Kabelende mit Ausnahme der nackten Kupferdrähte, aber ganz besonders das freigelegte Isolationsgespinnst muss durch Bestreichen mit heissem Paraffin gegen Eindringen von Luft und Feuchtigkeit wirksam geschützt werden.

Fig. 78.



Für Verbindung der in dieser Weise hergerichteten Kabelenden mit den Zuführungsleitungen der Apparate dürfen nur ganz trockene Räume oder verschliessbare Kästen gewählt werden. Der Sicherheit halber sollten die Aderenden des Bleikabels mit Gummiadern in einer Ueberführungsmuffe sich verbinden, die im Nachfolgenden beschrieben wird.

b) Anfertigung von Verbindungsstellen an einem 27adrigen Bleikabel.

81. Zunächst wird von den Enden der mit einander zu verbindenden Kabel die Bandhülle entfernt und zwar auf eine Länge von etwa 560 mm an dem einen und von etwa 260 mm an dem anderen Kabel. Der blossgelegte Bleimantel wird gut gereinigt und dann auf jedes Ende eine Verschlussmutter v einer Verbindungsmuffe (Fig. 79),

Digitized by Google

eine Druckscheibe mit concentrischem Wulst, eine Gummidichtungsscheibe, eine Abschlussscheibe und auf das 560 mm lange freie Kabelende die Muffe selbst geschoben. Der Bleimantel wird auf etwa 160 mm vom Ende vorsichtig abgeschnitten und entfernt, ebenso das freigelegte imprägnirte Band auf etwa 145 mm. Die Stanniolumwicklung wird auf etwa 60 mm und das Isolationsgespinnst auf 50 mm von den einzelnen Adern entfernt, letzteres durch Schaben mit einem stumpfen Messer. Bei den sämmtlichen beschriebenen Manipulationen muss mit grosser Vorsicht verfahren werden, insbesondere ist die Schnittfläche des Bleimantels genau zu untersuchen und jede scharfe Stelle zu beseitigen.

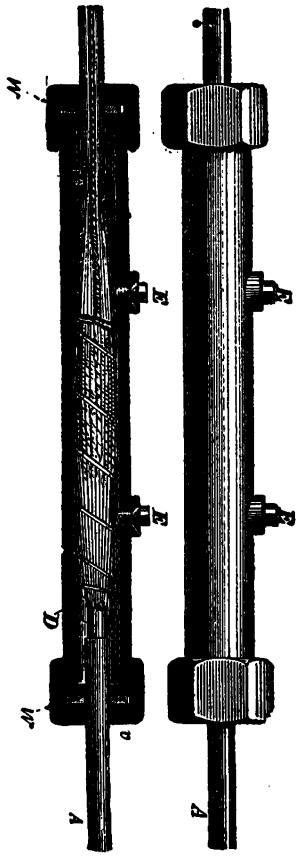


Fig. 79.

Die freigelegten und gereinigten Kupferdrähte werden durch kleine Würgestellen mit einander verbunden (mit etwa vier Umgängen bei jedem Ende), so dass die Würgestelle eine Länge von etwa 10 mm erhält. Die Erddrähte des Kabels werden ebenfalls durch eine Würgestelle mit einander verbunden, jedoch vor oder hinter den Leitungsdrähten, damit die Verbindungsstelle nicht zu dick wird.

Bei einem 27adrigen Kabel sind zuerst die 3 inneren Leitungen, dann die 3 Erddrähte, darauf die 9 Leitungen der mittleren Lage und schliesslich die 15 äusseren Drähte mit einander verbunden.

Die Gesammtentfernung DD zwischen den Enden der beiden Bleimäntel beträgt etwa 250 mm. Die einzelnen Würgestellen der Adern werden mit so viel imprägnirtem Band umwickelt, dass sie denselben Durchmesser erhalten wie das Isolationsgespinnst. Die Umwicklung wird durch einen umgelegten Faden zusammengehalten. Die so behandelten 12 inneren Leitungen werden zusammen nochmals

Digitized by Google

spiralig mit einem Band umwickelt, um sie von den 15 äusseren Leitungen räumlich getrennt zu halten. Nach Zusammenwicklung der 12 inneren Leitungen und der Erddrähte werden auch die 15 äusseren Leitungen zusammengewürgt und bewickelt. Die ganze Stelle wird mit einem Bande lose zusammengebunden. Dann wird die Stelle so lange mit erwärmter Isolationsmasse übergossen, bis sich auf derselben keine Luftblasen mehr zeigen. Hernach wird die Verbindungsmuffe über die Verbindungsstelle geschoben. An jedem Ende muss der Bleimantel etwa 25 mm weit in die Muffe hineinragen. Nachdem die verschiedenen Verschlussstücke in die richtige Lage gebracht worden sind, werden die Verschlussmuttern mit den Händen fest angezogen, so dass die in der Verschlussmutter befindliche Gummischeibe den Bleimantel wasserdicht umschliesst (die Gummischeibe ist in der Figur schraffirt gezeichnet). Die Figur zeigt links einen Durchschnitt des in der Muffe befindlichen Kabels, nach rechts eine Oberansicht.

Nachdem die beiden Schrauben aus den Oeffnungen E entfernt sind, wird die Muffe mittelst einer Löthlampe erwärmt, und eine besondere Isolationsmasse, welche auf 150—200° C. erhitzt ist, durch eine der Oeffnungen eingegossen. Es wird so lange Isolationsmasse nachgegossen, bis dieselbe die beiden Oeffnungen theilweise anfüllt, darauf werden die Schrauben wieder eingesetzt.

Bei den sämmtlichen beschriebenen Arbeiten ist mit der grössten Sorgfalt Feuchtigkeit abzuhalten, und vor Allem ein absolut wasserdichter Verschluss des Kabels an den Enden, beziehungsweise den Verbindungsstellen, herbeizuführen, weil das imprägnirte Gespinnst leicht Feuchtigkeit annimmt, und die Isolirfähigkeit dann wesentlich beeinträchtigt wird.

c) Die Aufhängung und Befestigung der Luftkabel an den Stützungspunkten.

82. Da die Bleikabel keine ihrem Eigengewicht entsprechende Tragkraft besitzen, so müssen sie an sogenannten Traglitzen befestigt werden. Die Traglitzen werden aus verzinktem Patent-Gussstahldraht gefertigt. An hölzernen Stangen sowohl wie an eisernen Stangen wird die Traglitze mittelst besonderer, aus den nachstehenden Figuren 80 und 81 ersichtlichen Vorrichtungen seitlich oder auf dem Kopfe der Stützungspunkte befestigt.

Wenn mehrere Luftkabel gleichzeitig auf einer Strecke Verwendung finden sollen, so kann man bei hölzernen Gestängen von der

Digitized by Google

in der Fig. 81 links angedeuteten Construction, und bei eisernen Gestängen von der rechts gezeichneten Vorrichtung zu zwei Traglitzen, welche an einem Querträger angebracht wird, Gebrauch machen.

Fig. 80.

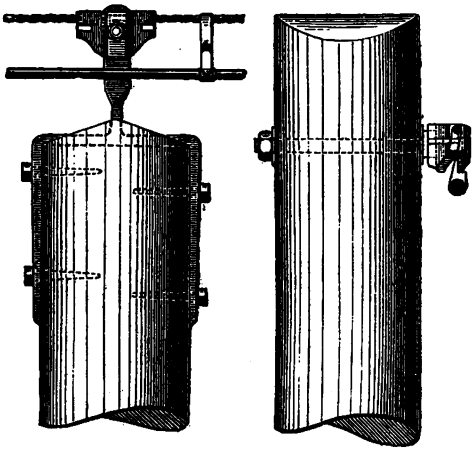
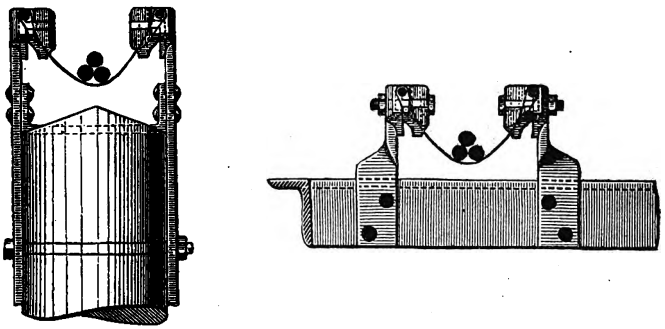


Fig. 81.



Die Traglitzen werden mit etwa 2 % Durchhang gespannt. Bezeichnet g das Gewicht des aufzuhängenden Kabels für den laufenden Meter, s die Entfernung zweier Stützpunkte, p den Durchhang in Procenten von s, so dient für Berechnung des Querschnitts der er-

Digitized by Google

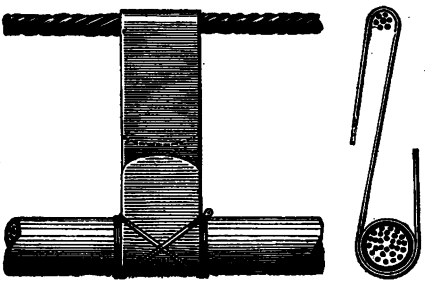
forderlichen Traglitze, wenn dieselbe mit $^1/_4$ ihrer absoluten Festigkeit in Anspruch genommen werden soll, die Formel:

$$x = \frac{sg}{2 \times 4p - 0.008s}.$$

Da es zweckmässig ist, die Traglitze aus 7 Gussstahldrähten zu construiren, so ergibt sich für den Querschnitt eines Drahtes $\frac{x}{7}$.

Das Kabel wird in Drahthaken aus verzinktem Bandeisen aufgehängt (Fig. 82), welche in Abständen von einem Meter auf das Kabel gesetzt und mit verzinktem Bindedraht festgebunden werden.

Fig. 82.



Das Hinaufschaffen der Kabel auf die Dächer muss mit grosser Sorgfalt geschehen, um jegliche Beschädigung der Kabel zu vermeiden.

Bei dem Vorwärtsziehen des Kabels von einem Stützpunkte zum anderen werden die Traghaken nach und nach am Kabel befestigt. Sobald ein Haken, auf der Traglitze schleifend, an einem Stützpunkte ankommt, wird der Haken von einem dort befindlichen Arbeiter von der Traglitze abgehängt und gleich hinter dem Stützpunkt wieder aufgehängt, so dass das Kabel während seines Vorwärtsgleitens stets von den Haken getragen wird.

Zu bemerken ist noch, dass die Verbindungsstelle zweier Kabelenden unbedingt an einem Stützpunkte zu erfolgen hat.

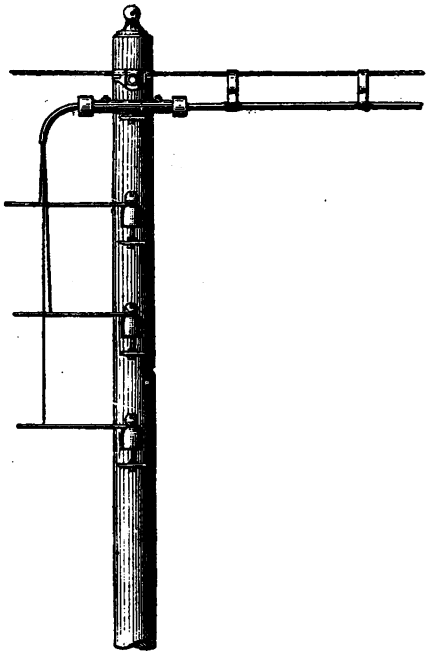
d) Die Verbindung mit den oberirdischen Drahtleitungen.

83. Zur Ueberführung der Bleikabel an die oberirdischen Leitungen wird eine sogenannte Ueberführungsmuffe benutzt, welche sich von der in der Fig. 79 dargestellten Verbindungsmuffe nur insofern unterscheidet, als an der Ueberführungsmuffe zwei Lappen, die zur Befestigung am Stützpunkt dienen, angegossen sind, und dass das eine der beiden Verschlussstücke eine etwas grössere Oeffnung hat, um ein Bleikabel mit Gummiadern durchstecken zu können.

Digitized by Google

Die Einrichtung der Ueberführungsmuffe einschliesslich der Verbindungsstelle des Bleikabels mit einem Kabel mit Gummiadern ist aus der vorstehenden Figur ersichtlich.

Fig. 83.



Die Verbindung der Gummiadern mit den Adern des Bleikabels geschieht in der früher beschriebenen Weise, jedoch dürfen mit Rücksicht auf die Gummiadern Muffe und Masse beim Vollgiessen mit der Isolirsubstanz nicht über 180° C. erwärmt werden. Das Gummikabel lässt man in ziemlicher Länge aus der Ueberführungsmuffe heraustreten und krümmt es abwärts. Die Gummiadern werden ohne jede Spannung nach unten geführt, mit den oberirdischen Leitungen verbunden und gut verlöthet.

Die Fig. 83 zeigt, wie eine Ueberführung mit einem eisernen Gestänge hergerichtet werden kann. Aus der Figur ist gleichzeitig die Befestigung der Traglitze und des Kabels ersichtlich.

Die Kabel des englischen Post Office.

84. Die Adern der oberirdischen Kabel bestehen aus drei verzinnten Kupferdrähten, die zusammen 14.6 kg per km wiegen und einen Widerstand von etwa 25 Ohm besitzen. Jede Ader ist von einer doppelten Kautschukhülle (nicht vulkanisirt) umgeben und hat in dieser Form einen Durchmesser von 3.3 mm und ein Gewicht von 38 kg per km. Die auf diese Art hergestellten Leitungen werden hierauf unter Wasser genau auf ihre Isolirung und Elektrisirung[1])

[1]) Elektrisirung ist eine Erscheinung, welche bei dem isolirenden Material auftritt, wenn man dasselbe zum Behufe der Ermittlung seines

Digitized by Google

geprüft. Fällt diese Prüfung günstig aus, so werden die einzelnen Adern mit imprägnirtem Band umwickelt, in flüssigen Ozokerit eingetaucht und paarweise zusammengewürgt. Eine dem Zweck entsprechende Anzahl von Drahtpaaren wird hierauf mit Jute umwickelt und in grobes imprägnirtes Band eingepackt. Der so gebildete Kabelkern wird nunmehr in eine bituminöse Masse getaucht und mit Hanf umwickelt, der mit gekochtem Steinkohlentheer imprägnirt ist. Schliesslich wird das Ganze in ein mit bituminöser Substanz getränktes, grobes Band eingewickelt und ausserdem noch mit einem Ueberzug von Kieselsäure enthaltendem Material versehen.

Die unterirdischen Kabel bestehen aus vier Doppelleitungen, deren einzelne Drähte 29 kg per km wiegen und einen Durchmesser von 1.25 mm haben; mit der Guttaperchaumhüllung beträgt der Durchmesser 4.35 mm. Vier dieser Drähte werden um ein aus gegerbter Jute bestehendes Seil gewunden und das Ganze schliesslich mit einem imprägnirten, grauleinenen Band umwickelt.

Berthoud-Borel-Kabel [1]).

85. In den unterirdischen Bleikabeln dieses Systems, das keine Vorkehrungen zur Vermeidung der Induction enthält, können bis zu 60 Leitungen vereinigt werden.

Die Leitungen (aus mehrdrähtigen Kupferlitzen) sind von einer besonderen Isolirmasse umpresst, welche aus Baumwollenfäden, die

---

Widerstandes einem elektrischen Strome aussetzt, und rührt davon her, dass der abgeleitete Strom das Dielektricum polarisirt. Fährt man mit der Stromzuleitung einige Zeit lang fort, so bessert sich augenscheinlich die Isolirung, Anfangs rasch, allmälig langsamer, — die Stärke des abgeleiteten Stromes vermindert sich; mit anderen Worten, der Widerstand nimmt allmälig zu, und zwar in Folge einer im Isolationsmaterial sich bildenden entgegengesetzten elektromotorischen Kraft. Da diese Wirkung sich demnach mit der Zeit ändert, so ist es üblich, eine Minute nach dem Beginn der Stromzuleitung eine Ablesung der Isolation vorzunehmen. Die verhältnissmässige Geschwindigkeit, mit welcher sich die Isolirung in Folge der Elektrisirung verschlimmert, hängt theilweise von der Beschaffenheit des Materials, theilweise von der Temperatur ab; bei niederer Temperatur ist dieselbe bedeutender. Schwankt die Elektrisirung hin und her, so haben wir es mit mangelhafter Isolirung zu thun, geht die Elektrisirung langsam vor sich, so ist dies ein Beweis für die Brauchbarkeit des Materials.

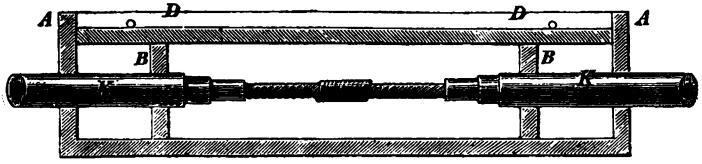
[1]) Grawinkel, Telephonie, p. 284, nach einer Specialanweisung der Fabrikanten, Société anonyme, Cortaillod.

Digitized by Google

mit einer aus Colophonium und oxydirtem Leinöl gebildeten Substanz getränkt sind, besteht. Das Leitungsbündel ist noch mit einem ebenfalls von der Isolationsmasse getränkten Baumwollenband umgeben und mit Blei umpresst. Der Bleimantel besteht aus zwei Lagen. Nach den Angaben der Fabrikanten werden derartige Kabel in der Weise gefertigt, dass das Umhüllen und Isoliren der Leitungen zusammen mit Herstellung des Bleimantels bewirkt wird, und dass nach Belieben Tausende von Metern in einem Stück und, so zu sagen, in einem Gusse aus dem Apparate hervorgehen.

Die Vorzüge dieser Kabel gegenüber den mit Guttapercha isolirten sollen nicht allein darin bestehen, dass dieselben eine ebenso grosse Isolationsfähigkeit selbst bei 45° C. besitzen, in warmen, feuchten Räumen auch als Erdkabel und Unterwasserkabel zu benutzen sind, sondern sich auch vermöge der billigeren Isolationsmasse wesentlich billiger stellen als Guttaperchakabel. Der Widerstand jeder Leitung eines aus 28 Leitungen von je 3 Stück 0,5 mm starken Kupferlitzen

Fig. 84.



gebildeten Kabels beträgt für den Kilometer 30 Ohm, die Capacität 0.15 Mikrofarad. 1000 m wiegen 1725 kg und kosten 3000 Mark. Wird ein solches Bleikabel in feuchten oder vegetabilische Substanzen enthaltenden Boden verlegt, so muss es durch einen gut deckenden Anstrich mit Gastheer geschützt werden. Ziemlich grosse Schwierigkeiten stellen sich der Zusammenspleissung zweier Kabel, beziehungsweise der Abzweigung eines Kabels von einem Hauptkabel behufs Einführung in Sprechstellen entgegen.

Zur Veranschaulichung der bei Spleissestellen in Anwendung kommenden Vorkehrungen dient die nachstehende Zeichnung der Spleissestelle eines einadrigen Kabels.

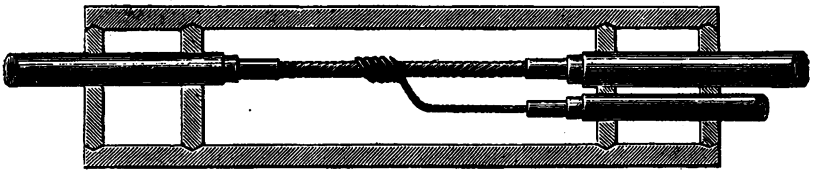
Das Kabel KK (Fig. 84) wird, nachdem es an den Enden von der doppelten Bleihülle und der isolirenden Baumwollenbepackung in der gezeichneten Art absatzweise befreit worden ist, in die seitlichen, dem Durchmesser des Kabels entsprechenden Oeffnungen eines Metallkastens (aus Eisen) gesteckt und in der Mitte desselben zusammengestossen. Die

Digitized by Google

Enden werden wie bei einer gewöhnlichen Kabellöthstelle abgeschrägt, über einander gelegt, mit feinem Kupferdraht bewickelt und endlich mit Loth leitend verbunden. Die Zwischenstücke B B dienen zum besseren Halt des Kabels. Dann wird der innere Raum mit einer stark erhitzten Menge der Isolationsmasse (Colophonium und Leinöl) ausgegossen. Die rechts und links liegenden kleinen Kammern des Kastens werden mit dickem geschmolzenem Schiffstheer angefüllt. Endlich wird der Deckel D D aufgesetzt, welcher mittelst zweier durch die Seitenwände des Kastens greifender Stifte fest aufgepresst wird. Die Füllung des Kastens muss derartig bewirkt werden, dass der aufgepresste Deckel die reichlich eingegossene Masse zusammenpresst. Nachdem der Deckel in der beschriebenen Weise aufgesetzt worden ist, wird der durch den etwas versenkten Deckel gebildete freie Raum des Kastens mit dickem Schiffstheer ausgegossen.

Soll ein mehradriges Kabel verspleisst werden, so wird ein Kasten von grösseren Dimensionen verwendet, und innerhalb desselben werden

Fig. 85.



die einzelnen Adern durch Bohrungen von eingesetzten Ebonitscheiben geführt und dadurch aus einander gehalten. In anderer Weise kann man die Enden der Adern auch an einem eingesetzten Ebonitstück mittelst je einer Schraube leitend zusammen befestigen.

Die Abzweigung von einer Ader wird innerhalb eines Spleisskastens in einfacher Weise bewirkt, wie aus der vorstehenden Fig. 85 zu ersehen ist. Die Enden eines in ein Haus einzuführenden Kabels werden, um die einzelnen Litzen sorgfältig von einander zu isoliren, mit einer Ebonittülle versehen, welche mit einem Ende genau auf die Bleihülle passt, während die Adern des Kabels durch Bohrungen der Tülle am anderen Ende hervortreten. Vor dem Aufsetzen auf das Kabelende wird die Ebonittülle mit geschmolzenem Paraffin gefüllt und dann aufgepresst, damit das Eindringen der Feuchtigkeit nicht stattfinden kann.

Digitized by Google

Waring-Kabel.

86. Dieses Erdkabel ist in letzterer Zeit in den Vereinigten Staaten in Verwendung gekommen und besteht aus Kupferadern, die mit einem Material isolirt sind, dessen Zusammensetzung geheim gehalten wird. Es soll ein Destillationsproduct des Petroleums sein. Der Angabe der Fabrikanten gemäss soll diese Isolationssubstanz weder der Zersetzung noch der Abnutzung ausgesetzt sein; ferner soll sie schwer schmelzbar sein und zwar in einem so hohen Grade, dass

Fig. 86.

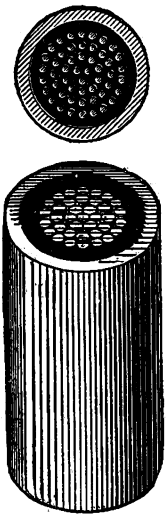
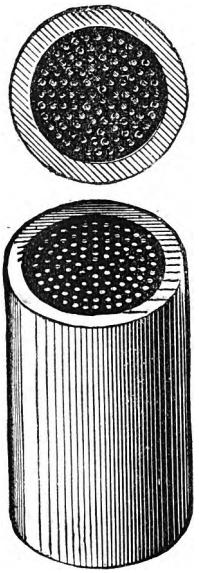


Fig. 87.



die Temperatur in unmittelbarer Nähe oder sogar innerhalb des Kabels bis zum Schmelzpunkte des Bleimantels, ja selbst bis zur Weissglühhitze der Kupferadern erhöht werden darf, ohne die Isolation zu schädigen, viel weniger dieselbe zu zerstören.

Die isolirten Adern sind dicht in einen Bleimantel eingeschlossen; und das sogenannte Antiinductionskabel hat die in den Figuren 86 und 87 dargestellte Form.

Für telephonische Zwecke, wo eine grössere Anzahl von Drähten in einem möglichst kleinen Raume nöthig sind, werden sogenannte Bündelkabel (Figuren 88 und 89) hergestellt.

Digitized by Google

Einzelne Längen werden auf die folgende Weise verbunden: An den Verbindungsstellen wird zuerst der Bleimantel und dann die Isolationssubstanz entfernt und dann werden die Drähte fest verbunden und gelöthet. Jede Würgestelle wird mit einem besonderen Bande umwickelt und letzteres mit Bleistreifen umwunden. Eine Bleimuffe,

Fig. 88.

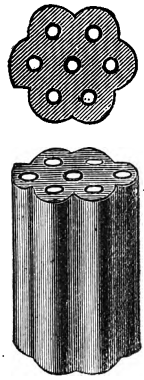
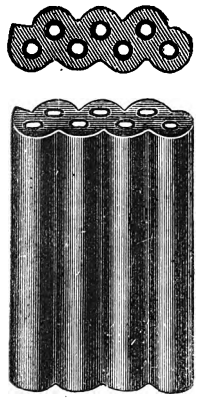


Fig. 89.



die vorher schon über eines der Enden geschoben wurde, wird dann über die Verbindungsstelle gebracht und an das Kabel angepasst und angelöthet (Fig. 90).

Die Verbindungsmuffe wird nun in der Mitte angebohrt, mit Isolationsmasse angefüllt und geschlossen (Fig. 91).

Fig. 90.

Fig. 91.

Das Legen des Kabels bietet keine Schwierigkeiten dar. In einen Graben von etwa 2 Fuss Tiefe wird ein offener Trog eingesetzt und das Kabel wird von einer auf Räder gesetzten Rolle in dem Masse abgewickelt, als die Rolle von den Pferden fortgezogen wird (Fig. 92).

Digitized by Google

Die verschiedenen Verfahren zur Abzweigung der einzelnen Leitungsdrähte sind in den Figuren 93, 94 und 95 dargestellt und man kann leicht zu irgend einer Ader gelangen, ohne die übrigen Leitungsdrähte irgendwie zu beschädigen. Die auf einer der Rippen gebildete scharfe

Fig. 92.

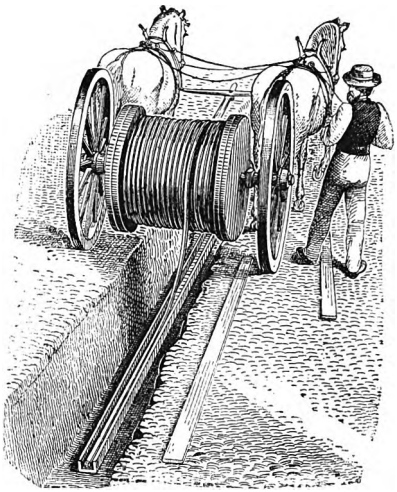


Fig. 93.

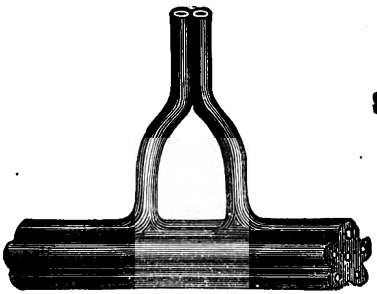


Fig. 94.

Fig. 95.

Kante bezeichnet einen Leitungsdraht und indem man rechts oder links zählt, gelangt man zu irgend einer Ader, ohne die übrigen aus der Ordnung zu bringen.

Das Kabel wird auch zu Luftleitungen verwendet. Fig. 96 stellt einen auf einer Verbindungsstange angebrachten Kabelkasten dar,

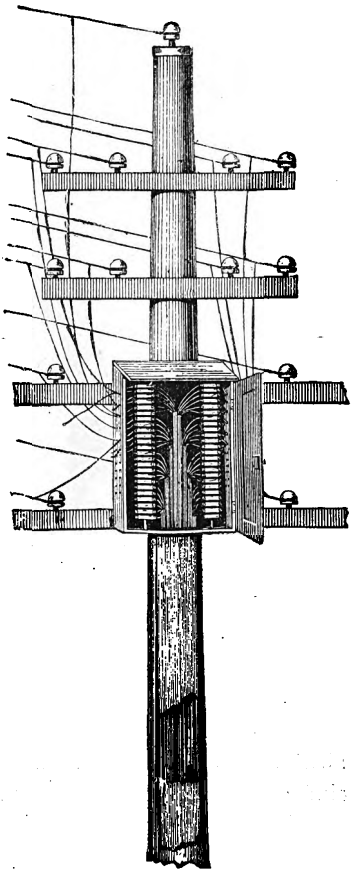
Digitized by Google

welcher die Ueberführung eines Erdkabels mit einer Luftleitung zeigt, wie solche von der New-Yorker Feuerwehr eingeführt wurde.

Patterson-Kabel.

87. Dieses Kabel wird von der Western Electric Company in Chicago fabricirt und besteht, wie die meisten anderen Kabel, aus einer Anzahl von Kupferadern, deren jede von einer oder mehr Windungen von Calico umgeben ist, während eine Bleiröhre das Ganze umschliesst. Der Calico ist mit Paraffin imprägnirt, wie solches auch bei mehreren anderen Kabeln der Fall ist. Verschiedene characteristische Einzelheiten jedoch unterscheiden dieses Kabel von allen anderen Kabeln, besonders von denen europäischer Construction. Einer der Hauptpunkte — und damit sind die meisten anderen verknüpft — besteht darin, dass der aus Blei mit einer geringen Beimischung von Zinn gefertigte Mantel separat von dem aus Leitungsdrähten und Isolationsmasse bestehenden Einschluss hergestellt, und dass letzterer demnach in den fertigen Mantel eingeschoben wird, während in den meisten anderen Kabeln der Bleimantel um den Einschluss gegossen wird. Die für eine Erdleitung bestimmten Drähte im Kern und die für eine metallische Hin- und Rückleitung bestimmten gewürgten Doppeldrähte sind demnach nicht dicht zusammengepresst, sondern liegen lose im Kern; die durch ein Gespinnst isolirten Drähte sind desshalb nicht nur weiter von einander entfernt, sondern das Baumwollgespinnst absorbirt auch eine grössere Menge von Paraffin und Gas, und die zahlreichen Höhlungen zwischen den Drähten sind mit denselben Materialien angefüllt.

Fig. 96.

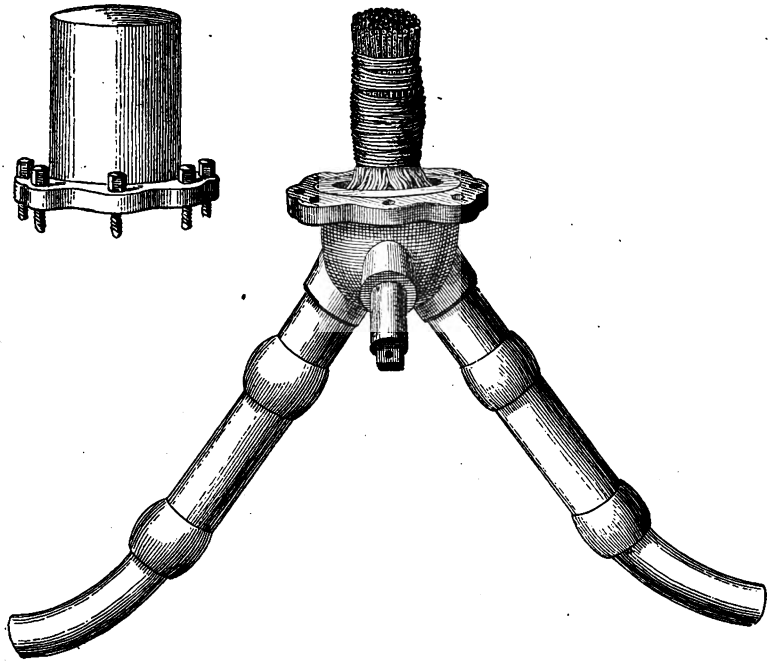


Digitized by Google

Ein weiterer characteristischer Punkt, der jedoch nichts mit der Art und Weise der Herstellung zu schaffen hat, besteht darin, dass alle sogenannten Inductionsschilde (umwickelnde Metallstreifen) vermieden werden.

Dadurch, dass man den Mantel in beträchtlicher Entfernung vom Kerne hält, den zwischenliegenden Raum mit Paraffin und Gas anfüllt und keine Inductionsschilde anwendet, wird die unter gewöhnlichen Umständen so störende Erdableitung vermieden. Es lässt sich

Fig. 97.



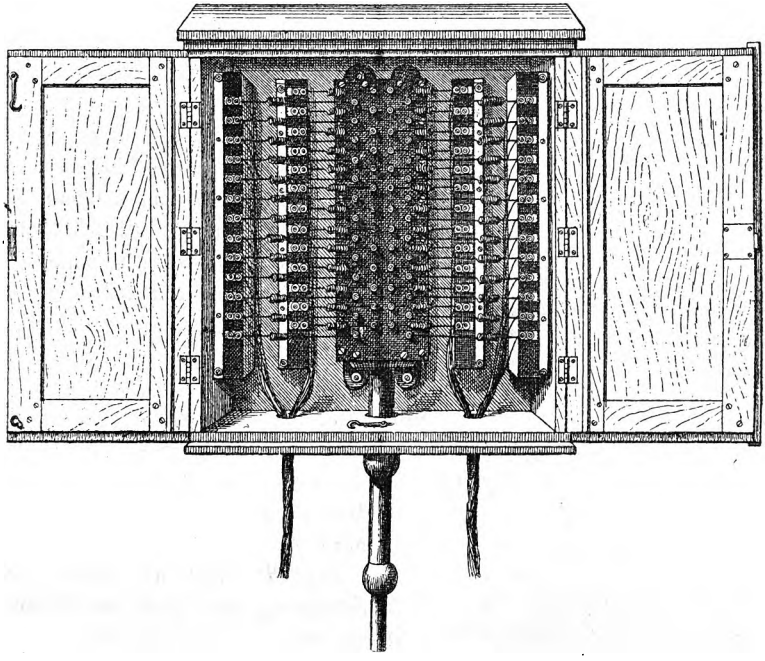
nicht läugnen, dass die Abwesenheit von Inductionsschilden in langen, einfache Hinleitungsdrähte enthaltenden Kabeln das störende Mitsprechen bis zu einem gewissen Grade ermöglicht. Hiegegen lässt sich jedoch anführen, dass die finanziellen Rücksichten, welche die Dimensionen eines Kabels bestimmen und nicht erlauben, die Drähte so weit aus einander zu legen, dass alles Mitsprechen vermieden wird, dies entschuldigen und dass ferner in Kabeln, die sich auf drei bis vier englische Meilen (5—6 km) erstrecken, dieser störende Einfluss den Telephondienst durchaus nicht gefährdet, während auf

Digitized by Google

der andern Seite Erdableitung und Retardation auf ein Minimum reducirt werden.

Die Art und Weise, wie die Verbindungsstellen geschützt werden, ist dem von Felten und Guilleaume und Waring befolgten Verfahren ähnlich. Die bleierne Verbindungsmuffe wird über das Ende einer der Kabellängen geschoben und nachdem die einzelnen Drähte sorgfältig verbunden und verlöthet sind, wird die Muffe über die Verbindungsstelle geschoben und an den Bleimantel angepasst und

Fig. 98.



angelöthet. Nachdem die Muffe angelöthet ist, wird das Kabel auf beiden Seiten derselben erhitzt, um das Paraffin zu schmelzen; letzteres dehnt sich hiedurch aus, fliesst in die Verbindungsstelle und schützt dieselbe auf's Wirksamste gegen das Eindringen von Feuchtigkeit.

Fig. 97 stellt ein anderes Verfahren dar, das sich bei unterirdischen Kabeln anwenden lässt oder das in solchen Fällen benutzt wird, wo es sich darum handelt, eine Anzahl von Drähten von verschiedenen Punkten des Kabels abzuzweigen. Bei sehr langen Kabeln hat diese Art der Verbindung den Vortheil, dass man dieselbe zu irgend einer

Digitized by Google

Zeit öffnen kann, um die genaue Stelle einer fehlerhaften oder beschädigten Isolation zu bestimmen. In gewöhnlichen Kabeln jedoch werden Prüfungsdrähte auf solche Art gelegt, dass man eine fehlerhafte Stelle bis auf 50 oder 75 m Distanz bestimmen kann.

Fig. 98 stellt eine Endstelle für Patterson-Kabel dar, die in einem Kasten mit Guttapercha- oder ähnlichen Drähten und mit Blitzableitern verbunden sind. Der Kasten ist aus Gusseisen und hat eine mit Klemmschrauben versehene bewegliche Vorderplatte. Die Kabeldrähte werden an den entsprechenden Klemmschrauben befestigt, die durch eine Ausfütterung von Hartgummi hindurch an die Rückseite der Platte führen, worauf letztere festgeschraubt wird. Der Kabelmantel wird an der Bleimuffe des messingenen Kegels angelöthet, der an den Boden des Kastens angeschraubt ist. Letzterer ist vollkommen luftdicht, wird jedoch manchmal mit Paraffin angefüllt, um irgend welchen Mängeln in der Gummiausfütterung zu begegnen. Wenn das Kabel im Centralamt endet, so wird es gewöhnlich in das Prüfungslocal geführt, der Kasten wird dort an einem geeigneten Platze aufgestellt und Guttaperchadrähte gehen direct von demselben zum Wechselgestell, das entweder zur Prüfung oder Herstellung der Verbindungen bestimmt ist.

Fig. 99.

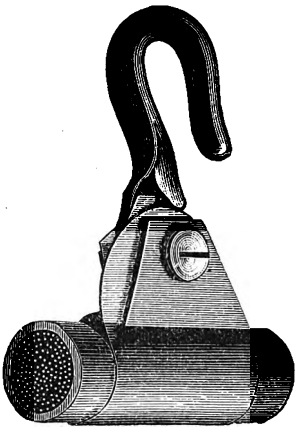


Fig. 100.

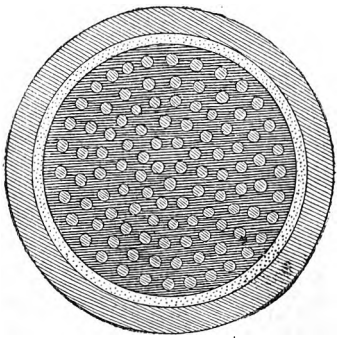


Fig. 99 stellt den Haken zur Aufhängung der Patterson-Luftkabel dar.

Fig. 100 ist die Endansicht eines 100drahtigen unterirdischen Kabels mit Adern von 1.3 mm. Der weisse Ring um den Kern ist die Paraffinfüllung und der äussere Ring ist die Armirung.

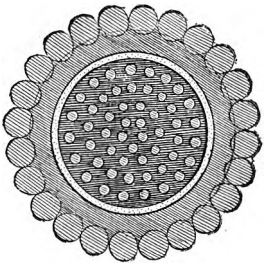
Fig. 101 stellt ein 50drahtiges Kabel mit Adern von 1 mm Durchmesser dar, das mit einem 24drahtigen Eisenmantel armirt ist.

Zum Gebrauch im Innern der Sprechstellen oder Vermittlungs-

Digitized by Google

ämter, besonders zur Einschaltung des Multipelgestelles der Western Electric Company (s. Capitel XV), dient ein Bleistreifenkabel. Die Drähte desselben sind mit zwei Windungen von Baumwolle- oder Seidegespinnst, oder mit beiden umwickelt, werden hierauf zusammengewürgt, in Streifen von Papier und Blei eingepackt und schliesslich noch mit Baumwollegespinnst umwickelt.

Fig. 101.



Statistischen Angaben zu Folge, die im Frühjahr 1886 gesammelt wurden, bestanden 68 % der in den Vereinigten Staaten gelegten unterirdischen Kabel aus Patterson-Kabeln, während die Luftkabel gleicher Construction eine noch viel höhere Zahl erreichten. Im Ganzen sind über 30 000 Meilen (etwa 50 000 km) Draht in den Patterson-Kabeln in den Vereinigten Staaten verwendet.

Capitel XI.

Hülfsapparate zur Einrichtung einer Fernsprech- oder Endstelle.

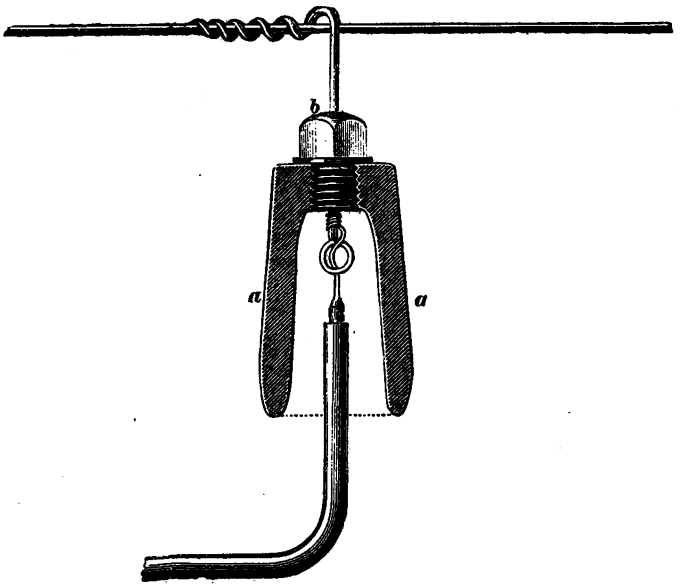
88. Die Verbindung der Hauptlinie mit den zu einer gewöhnlichen Fernsprechstelle nöthigen Apparaten wird in der Weise ausgeführt, dass man, wo nur immer möglich, den oberirdischen Leitungsdraht an einen Punkt ausserhalb des Hauses bringt, der dem Raume am nächsten liegt, welcher zur Aufstellung des Telephons bestimmt ist. An dem Punkte wird die Mauer durchbrochen und der Leitungsdraht (hiemit bezeichnen wir kurz den von der Centralstelle ausgehenden Draht, im Gegensatz zu dem Zimmerdraht, der die localen Verbindungen besorgt) in das Haus eingeführt. Im Inneren des Hauses wird der Draht den Wänden entlang bis in das Zimmer geführt, welches das Telephon enthält. Dort werden einige Centimeter des Zimmerdrahtes von der Isolationsumhüllung befreit, mit dem Leitungsdraht zusammengewürgt, die Verbindungsstelle verlöthet und mit einem Isolationsband umwickelt. Diese einfache Art der Verbindung ist nur in solchen Fällen möglich, wo die Mauern und Wände des Hauses

Digitized by Google

vollkommen trocken sind und desshalb keine Gefahr der Ableitung vorhanden ist.

Im Allgemeinen ist es vorzuziehen und ist in Deutschland gebräuchlich, dass man den Leitungsdraht mittelst eines einadrigen Bleikabels mit dem Zimmerdraht verbindet, und weiterer Sicherheit halber wird zwischen dem Leitungsdraht und dem Bleikabel eine sogenannte Sicherheitsglocke angebracht [1]).

Fig. 102.



Diese besteht (Fig. 103) aus einem Mantel a von Hartgummi und einem auf demselben angeschraubten Kopfstück b. In letzteres ist ein vulkanisirter Draht wasserdicht eingelassen, der durch die Schraube hindurch in den Mantel hineinragt und dort in einer Oese endet. Der aus dem Kopfstück hervorragende Draht wird um den oberirdischen Leitungsdraht gewunden und die letzten Windungen werden verlöthet. Nun wird der Mantel abgeschraubt und das Ende des Bleikabels, dessen Kupferader blossgelegt ist, an der Oese befestigt und verlöthet, worauf der Mantel wieder auf das Kopfstück geschraubt

[1]) Grawinkel, Telephonie und Mikrophonie, p. 177.

Digitized by Google

wird. Das Bleikabel wird innerhalb des Hauses, den Wänden entlang in den Telephonraum geführt und dort mit dem Zimmerdraht in oben beschriebener Weise verbunden. Der in Deutschland verwendete kupferne Zimmerdraht ist mit Baumwolle umsponnen, dann in flüssiges Wachs getaucht und hat einen Durchmesser von 1 mm. Sind die Wände des zur Aufnahme des Telephons bestimmten Raumes selbst feucht, so wird auch der Zimmerdraht in eine Bleiröhre eingeschlossen.

Ehe wir zur Beschreibung der eigentlichen Hülfsapparate einer Endstelle fortschreiten, haben wir noch eine Drahtverbindung zu erwähnen, die bei einer durch einen einfachen Leitungsdraht bedienten Fernsprechstelle von grösster Wichtigkeit ist. Dies ist die Erdleitung.

In allen Fällen, wo man eine Wasserleitung vorfindet, bedient man sich derselben zu diesem Zwecke und verwendet hiezu, innerhalb des Hauses oder bis zu dem Punkte, an welchem man den Erdleitungsdraht mit der Wasserröhre oder einem besonderen Erddraht verlöthet, blanken Kupferdraht von 1.5 mm.

So trefflich sich die Röhren einer Wasserleitung zu diesem Zwecke eignen, so sehr sind die Gasröhren zu verwerfen. Zur Verbindung solcher Röhren unter sich wird Mennige verwendet und verbindet man den Erdleitungsdraht mit diesen Röhren, so führt man einen bedeutenden Widerstand in die Leitung ein und es kann vorkommen, dass ein auf einem Telephon geführtes Gespräch auf einen zweiten Fernsprecher, der an derselben Gasröhre zur Erde abgeleitet ist, mitgehört wird. Ferner sind in diesem Falle auch die Inductionsgeräusche viel lauter und störender. Ein besonderer Erddraht ist daher nur dann nöthig, wenn man keine Wasserleitung hat und in diesem Falle benutzt man einen Draht von 4 mm Durchmeseer, den man innerhalb des Zimmers unmittelbar vor der Maueröffnung mit dem Leitungsdraht sorgfältig verlöthet und dann durch die Oeffnung zum geeigneten Platze führt.

Die eigentlichen, zu einer Endstelle gehörigen Hülfsapparate sind:

1) die Batterie,
2) der Wecker (Alarmglocke),
3) magnetische Signale,
4) die Verbindungsschnüre,
5) die Blitzschutzvorrichtungen.

1. Die Batterie.

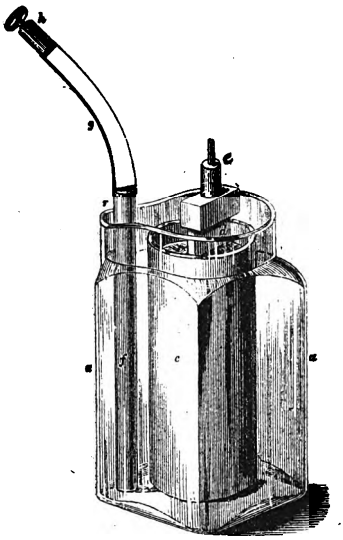
89. An der Endstelle kann die Batterie zu einem doppelten Zwecke dienen: zum Aufruf und für die Mikrophone. Erstere Verwendung

Digitized by Google

wird mit jedem Tage seltener, da die magnetischen Signale den Batterieaufruf mehr und mehr verdrängen; auf der anderen Seite nimmt die Verwendung für den Mikrophondienst mit jedem Tage zu, da das Mikrophon das magnetische Telephon als Sender beinahe vollständig ersetzt hat. So sehr nun auch die verschiedenen Systeme in der Wahl der Hülfsapparate von einander differiren, was die Batterie betrifft, sind alle Systeme einig, und das Leclanché-Element wird für telephonische Zwecke ausschliesslich verwendet.

Die ältere Form dieses Elements ist in Fig. 103 dargestellt. Ein prismatisches Glasgefäss a von etwa 16 cm Höhe und einer quadratischen Grundfläche von 9 cm endet in einem zur Aufnahme des Zinkstabes mit einer Ausbauchung r versehenen cylindrischen Halse. In das Glasgefäss ist ein poröser Thoncylinder c von 14.5 cm Höhe und 7 cm Durchmesser eingesetzt. Derselbe enthält eine aus Retortenkohle bestehende Kohlenplatte von 16.5 cm Höhe, 4 cm Weite und 9 cm Dicke, die am oberen Ende in einen Bleiklotz eingelassen ist. Letzterer trägt einen Bleicylinder e, in welchen ein verzinnter Kupferdraht eingelassen ist. Die ganze, durch Guss gefertigte Bleigarnitur, sowie das obere Ende der Kohle ist durch Tränkung mit einer Mischung von Paraffin und Wachs und durch einen Ueberzug von Harz und Theer gegen den Einfluss der Salmiaklösung geschützt. Der Zinkstab f hat einen Durchmesser von 10 mm und eine Länge von 17 cm; ein 12 cm langer und mit einer messingenen Klemmschraube h versehener Kupferstreifen g ist an seinem oberen Ende angelöthet. Das Zink muss möglichst rein sein und vor Gebrauch gut amalgamirt werden. Die Flüssigkeit besteht aus einer Lösung von 100 g Salmiak in 350 g chemisch reinem Wasser, während der freie Raum des Thoncylinders mit einer Mischung von etwa 530 g grobkörnigem staubfreien Pyrolusit (Mangansuperoxyd) und Coke angefüllt wird. Der Salmiak muss sehr rein sein und darf keine Bleisalze, Sulphate oder Kochsalz enthalten. Der chemische Vorgang im

Fig. 103.

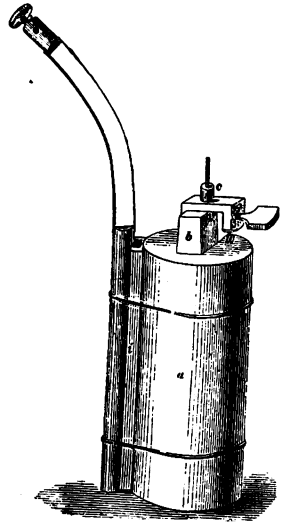


Digitized by Google

Element lässt sich auf folgende Weise erklären: Das Mangansuperoxyd, MnO_2, hat die Eigenschaft, einen Theil seines Sauerstoffs leicht abzugeben; nun bildet sich in Folge der Zersetzung des Ammoniumchlorids durch Zink freier Wasserstoff, der dem Mangansuperoxyd einen Theil seines Sauerstoffs entzieht und Wasser damit bildet, während das MnO_2 zu Mn_2O_3 reducirt wird. Letzteres nimmt wiederum Sauerstoff aus der Luft auf und reoxydirt sich zu MnO_2 und auf diese Weise wird durch Reproduction des MnO_2 die dauernde Polarisation des Elementes verhindert.

Das Element hat den weiteren äusserst wichtigen Vortheil, dass es bei geeigneter Zusammensetzung und Behandlung Jahre lang functioniren kann, ohne einer weiteren Manipulation zu bedürfen als das gelegentliche Nachfüllen des verdunsteten Wassers. Man muss sich wohl hüten, dasselbe für längere Zeit zu schliessen, sonst polarisirt es sich und bedarf dann einiger Zeit, um seine ursprüngliche elektromotorische Kraft, die sich auf 1.45 Volt beläuft, wieder zu gewinnen. Beim Telephondienst ist jedoch eine solch längere Schliessung nicht nöthig, denn selbst bei angestrengtem Dienst geschehen die Aufrufe nur nach längeren oder kürzeren Pausen, während deren sich das Element wieder erholen kann. Ferner hat es einen geringen elektrischen Widerstand von nur 0.7 Ohm, bedarf keiner Säuren und verbreitet keinen Geruch. Es versteht sich von selbst, dass sich das Element nach einer gewissen Zeit abnutzt, und dies erkennt man daran, dass der Wecker nicht mehr gehörig functionirt; dann muss ein Thonbecher mit frischer Füllung, ein neuer Zinkstab und neue Lösung zugesetzt werden. Die Thonbecher sowohl als die Kohlenplatten können durch längere Immersion in Wasser gereinigt und wieder gebraucht werden, und auch die Zinkstäbe, wenn sie nicht zu sehr angefressen sind.

Fig. 104.



In letzterer Zeit hat man die poröse Thonzelle, die in derselben enthaltene Kohlenplatte und die Mischung von Braunstein und Coke

Digitized by Google

durch einen von Dr. Lessing in Nürnberg hergestellten Cylinder a ersetzt (Fig. 104), der aus einer Mischung von Braunstein und Kohle besteht. Am oberen Ende trägt derselbe einen prismatischen Aufsatz b, an welchen ein Messingbügel angeschraubt ist. Eine kleine Platte w von Weissblech schützt den Aufsatz b gegen das Eindringen der Schraube. An dem Bügel c ist ein kleiner, den Poldraht enthaltender Cylinder angebracht. Der Zinkstab ist an den Cylinder mit Bindfaden befestigt und von demselben durch ein Brettchen i isolirt. In dieser Form gibt das Element, das in oben beschriebener Weise mit Salmiaklösung angesetzt wird, ungleich bessere Resultate und wird nunmehr beinahe ausschliesslich anstatt der älteren Form verwendet. Sechs Elemente dieser Art sind für ein Telephon genügend; für längere Distanzen jedoch bedarf man einer grösseren Zahl. Dieselben werden in ein Kästchen von Nussbaumholz eingeschlossen und regelmässig inspicirt.

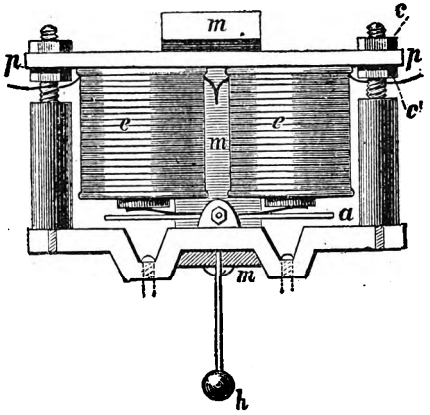
2. Der Wecker.

a) Der Wechselstromwecker.

90. Der Wecker, der nunmehr in ziemlich allgemeinem Gebrauche ist, wird in Fig. 105 dargestellt und ist gewöhnlich oben am Magnetkästchen befestigt.

Der Elektromagnet e e hat einen Widerstand von etwa 150 Ohm. Der Magnetanker muss polarisirt sein, da der im Kästchen enthaltene Inductor Wechselströme liefert, und sowohl der negative als auch der positive Stromimpuls werden zum Glockenschlag benutzt. Der eine Pol des Magnets m m ist in magnetischem Contact mit dem Zapfen des Ankers a und magnetisirt denselben; der andere Pol ist vollkommen frei und hält sich in einer gewissen Entfernung, etwa 5 mm, von der Brücke p p von weichem Eisen, welche die beiden Elektromagnetkerne verbindet. Die Entfernung zwischen dem Anker und den Kernen wird durch die Schrauben $c c_1$ regulirt. Zwei auf dem Anker befestigte

Fig. 105.



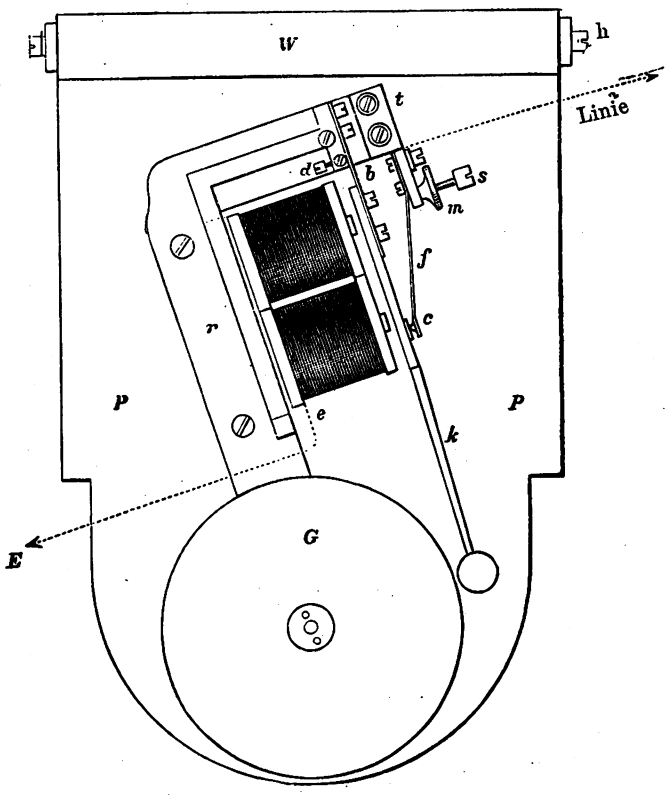
Digitized by Google

feine Federn verhindern den Anker daran, dass er an dem einen oder andern Pole hängen bleibt. Diese Signalglocke ist sehr empfindlich und functionirt noch mit Strömen von 3—5 Milliampère.

b) Die grosse Gleichstromglocke[1]).

91. An einer, an der oberen oder unteren Seite des Telephonkästchens befestigten Holzplatte P (Fig. 106) ist das Winkeleisen r befestigt, welches die Glockenschale G und das elektromagnetische System e trägt.

Fig. 106.



Eine von dem Winkeleisen r durch Ebonit isolirte Messingplatte t ist an dessen kürzeren Winkelstück befestigt, und ein Ansatz der Platte t trägt eine Feder f, welche mit einem Contact c versehen

[1]) Beschreibung und Figur aus Grawinkel's Telephonie und Mikrophonie, p. 194.

Digitized by Google

und durch die Stellschraube s regulirt ist. Die Schraubenmutter m hält letztere in ihrer Stellung fest. Die Feder f liegt mit ihrem Contact c gegen den den Klöppel tragenden Hebel k an, und letzterer ist mittelst einer flachen Feder b an dem einen Schenkel des Winkelstücks befestigt. Die Aufgabe der Feder b ist, den Klöppel k in schnelle, vibrirende Bewegung zu bringen. Mittelst der kleinen Schraube d wird der Klöppel mehr oder weniger dicht gegen die Feder f angedrückt. Der Leitungsdraht ist an der isolirten Messingplatte t befestigt, während das Winkelstück und folglich auch der durch die Feder b an derselben befestigte Klöppel mit dem einen Ende der Elektromagnetspulen in Verbindung steht; das andere Ende der Spulen liegt an der Erde.

Der durch die Leitung eintretende Aufrufstrom fliesst über die isolirte Messingplatte t, die Feder f, Contact c nach dem Klöppel k; von hier über die flache Feder b, das Winkelstück r und durch den Elektromagnet zur Erde. Der Anker k wird hiedurch angezogen, der Contact bei c und folglich der Strom unterbrochen, unter dem Einflusse der Feder b legt sich der Anker wieder gegen den Contact c an, der Stromkreis wird hiedurch wiederum geschlossen, und das Spiel kann von Neuem beginnen. Der Klöppel wird sonach so lange gegen die Glockenschale G anschlagen, als der Strom zur Leitung gesandt wird, und es muss desshalb der Aufrufknopf an der Sendestelle einige Secunden lang niedergedrückt werden, um ein deutliches Aufrufsignal zu geben.

c) Wecker mit Fallscheibe.

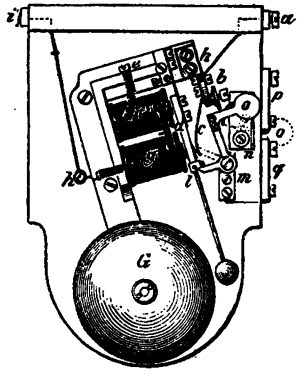
92. Der Aufruf eines Abonnenten mittelst der eben beschriebenen Gleichstromglocke ist auf den Raum beschränkt, in welchem der Telephonapparat aufgestellt ist. Nun ist es häufig wünschenswerth, dass ein solcher Aufruf auch noch in einem zweiten Raume hörbar wird, und zu diesem Zwecke dient der in Fig. 107 dargestellte Wecker. Mittelst desselben kann ein zweiter Wecker zum Läuten gebracht werden, der so lange fort läutet, bis die Thätigkeit des ersten Weckers abgestellt wird. Die Anordnung dieses Apparats ist derjenigen der obigen Gleichstromglocke ähnlich, nur ist derselbe noch mit einer Fallscheibe versehen.

Ein um die Achse m drehbarer und mit einem kleinen Ansatz versehener Winkelhebel liegt gegen den an dem Anker des Weckers befestigten Hemmstift l an; an dem anderen Ende des Winkelhebels ist die Fallscheibe o befestigt. Wird nun der Anker vom Elektromagnet angezogen, so gleitet der Hemmstift an dem Ansatz des Hebels

Digitized by Google

vorüber, letzterer nimmt die durch punktirte Linien angezeigte Stellung ein, und die Fallscheibe steht nun über die Seitenöffnung des Gehäuses hervor. Wenn der Winkelhebel niederfällt, so legt sich dessen oberer Arm gegen den isolirten Contact n, welcher mit der ausserhalb des Gehäuses angebrachten Klemme in Verbindung steht, während das Metallstück, an welchem der Hebel befestigt ist, mit der Klemme q verbunden ist. Zwischen p und q ist der zweite Wecker mit seiner Batterie eingeschaltet, so dass der Stromkreis geschlossen ist, sobald der Hebel sich gegen n anlegt. Der zweite Wecker läutet demnach, so lange der Hebel in der punktirten Lage sich befindet, während der andere Wecker nur so lange in Thätigkeit bleibt, als der Strom zur Leitung gesandt wird. Der Hebel wird in seine ursprüngliche Lage zurückgebracht und der zweite Wecker ausgeschaltet, indem man einen an dem Gehäuse angebrachten, in der Figur jedoch nicht angezeigten Knopf niederdrückt. Ein besonderer Ausschalter wird gewöhnlich im Stromkreis des zweiten Weckers angebracht, um das Läuten des Weckers nach Schluss des Locals zu verhindern.

Fig. 107.



d) Wecker ohne Stromunterbrechung.

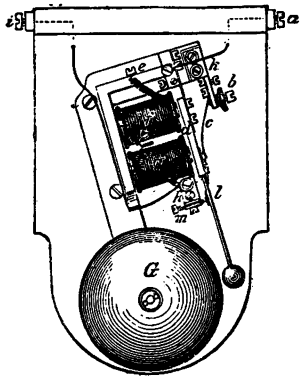
93. Wecker, die mit Stromunterbrechung functioniren, sind dem Uebelstande ausgesetzt, dass der Contact zwischen der Feder und dem Anker schadhaft und der Stromkreis dadurch unterbrochen wird; ein weiterer Nachtheil besteht darin, dass zwei Wecker nicht hinter einander in denselben Stromkreis eingeschaltet werden können. Aus diesem Grunde werden jetzt Wecker ohne Stromunterbrechung, wie ein solcher in Fig. 108 dargestellt ist, vorzugsweise verwendet.

An dem unteren Ende des Ankers d (Fig. 108) ist eine etwas seitwärts von der Klöppelstange liegende Feder l angebracht, welche gegen die in dem Metallstück h befindliche Contactschraube m anliegt, sobald der Anker von dem Elektromagnet angezogen wird. Die Zuleitungsklemme a ist mit dem Körper des Weckers verbunden. An dem Körper (bei e) ist das eine Ende der Elektromagnetrollen befestigt, während das andere Ende mit dem Metallstück h in Ver-

Digitized by Google

bindung steht, von dem aus eine Verbindung nach der zweiten Zuleitungsklemme i führt. Tritt der Strom in den Wecker ein, so gelangt derselbe über a nach e, durchläuft die Elektromagnetrollen, gelangt zu h und von dort nach i zur Erde oder weiter in die Leitung. Der Anker d wird gegen die Kerne des Magnets gelegt und der Contact l gegen die Schraube m. Dadurch werden aber die Rollen fast stromlos, denn der Strom findet einen kurzen Schluss von a über den Körper, den Anker hinweg, über l, m zu i. In Folge der Unwirksamkeit des Elektromagnets kehrt der federnde Anker in seine Ruhelage zurück, so dass der Strom, nachdem der Contact zwischen l und m wieder aufgehoben ist, den früheren Weg durch die Rollen nehmen muss, der Anker demnach wieder angezogen wird.

Fig. 108.



In dieser Weise wiederholt sich schnell auf einander folgend die Bewegung des Ankers und bringt den Klöppel zum Vibriren. Die Feder c, welche mit ihrem Ende auf der oberen Fläche des Ankers liegt und deren Spannung mittelst der Schraube b verändert werden kann, dient zur Regulirung der Ankerstellung. Mittelst der Schraube m kann der Nebenschlusscontact entsprechend eingestellt werden.

3. Magnetische Signale.

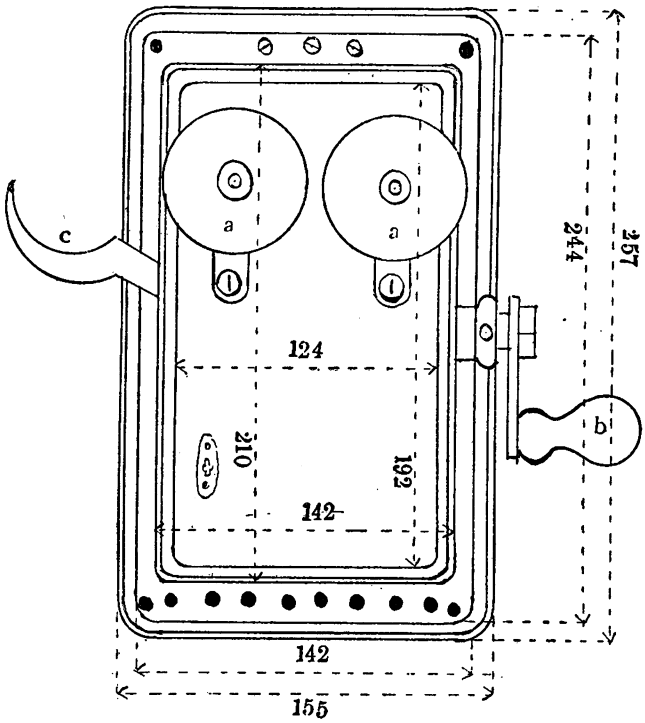
94. Die Verwendung magnetischer Signale anstatt der früher gebräuchlichen Batterieaufrufer ist in so fern als ein grosser Fortschritt zu bezeichnen, als hiedurch die Aufrufbatterie unnöthig wird. Der nahezu allgemeine Gebrauch der Mikrophontransmitter erfordert schon eine Batterie, und es war desshalb von der grössten Wichtigkeit, die Anzahl der Elemente so viel wie möglich zu beschränken.

Die erste Form dieser Signale war einem gewöhnlichen medicinischen Inductionsapparate ähnlich, wurde aber bald durch die Siemens-Armatur ersetzt, welche jetzt allgemein im Gebrauch ist. Diese Armatur wird mittelst einer Kurbel zwischen den Polschuhen eines Magnets gedreht, und die so erzeugten Ströme gehen zur Linie und bringen den Wecker an der entfernten Sprechstelle zum Tönen.

Digitized by Google

Figuren 109, 110 und 111 stellen ein Magneto von vorn, von der Seite und von oben dar, wie solches von der eidgenössischen Telephonverwaltung benutzt wird. Dasselbe ist identisch mit dem wohlbekannten Williams-Magneto, einem ursprünglich amerikanischen Apparate, der von der Western Electric Company fabricirt wird und sich gegenwärtig in allgemeinem Gebrauch befindet.

Fig. 109.



a ist der Wecker, b die Kurbel zum Drehen der Armatur des im Kästchen befindlichen Inductionsapparats, c der Haken des automatischen Umschalters, der zur Aufhängung des Telephons dient, d (Fig. 111) die am Deckel des Kästchens angebrachte Blitzschutz- und Verbindungsvorrichtung und e die Klemmschrauben für Sprach- und Erdleitung.

Fig. 112 stellt die oben am Kästchen angebrachte Blitzschutz-

Digitized by Google

und Verbindungsvorrichtung dar. Die beiden Schrauben a und b bewegen sich in geschlitzten Löchern, um die Entfernung der Schiene

Fig. 110.

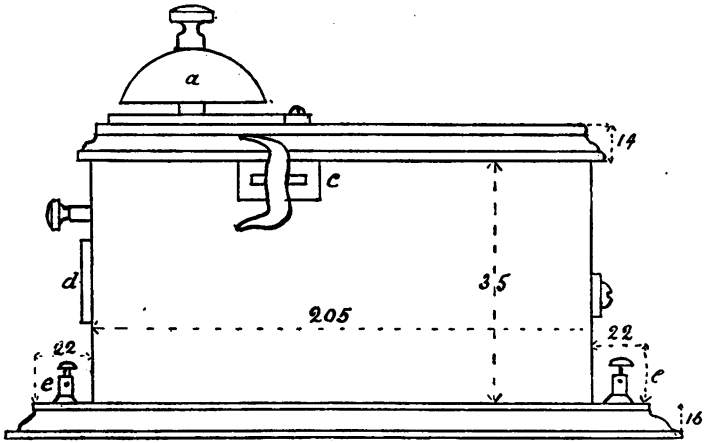
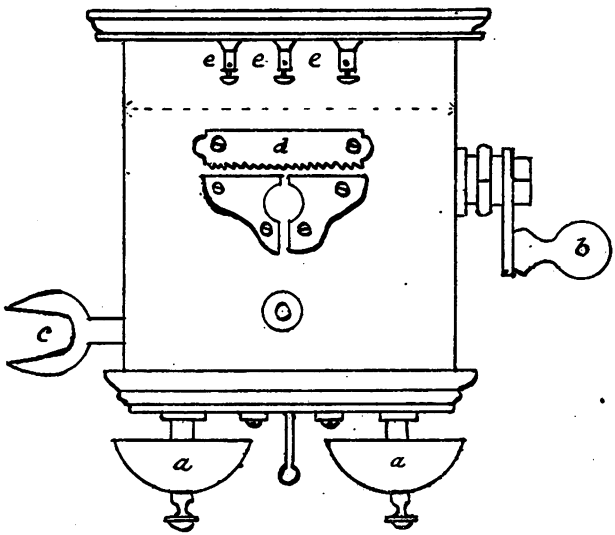


Fig. 111.



von den Dreiecken reguliren zu können. Die Zähne der Schiene müssen scharf sein.

Digitized by Google

In Fig. 113 ist der automatische Umschalter bei geöffnetem Deckel dargestellt. Das Gewicht des Telephons zieht den Hebelarm des Umschalters nieder; hiedurch wird das Telephon ausgeschaltet,

Fig. 112.

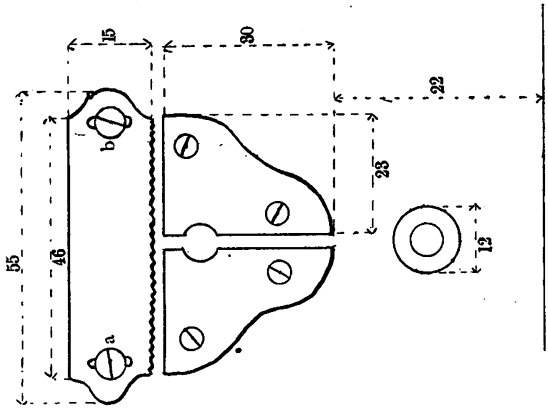
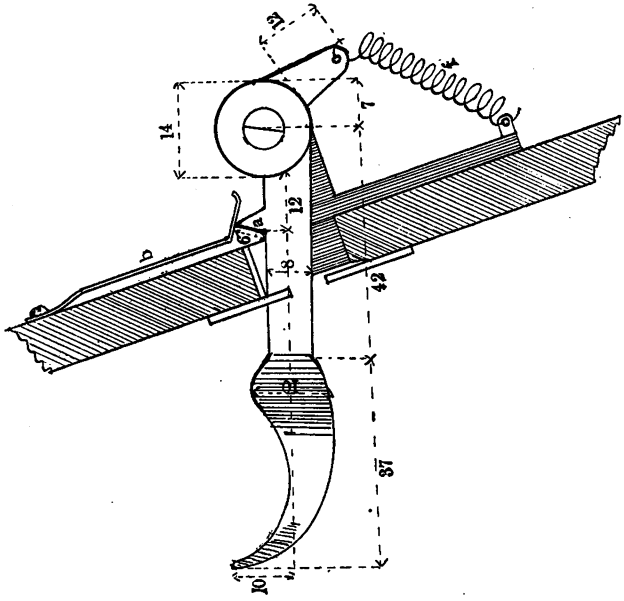


Fig. 113.



und die Inductionsmaschine mit dem Wecker verbleibt allein im Stromkreise. Sobald das Telephon vom Haken abgenommen wird, wird der Hebelarm durch eine sehr starke Spiralfeder in die Höhe gedrückt und das Telephon in den Stromkreis eingeschaltet.

Digitized by Google

An dem Hebelarm des Umschalters ist ein prismatisches Stück a befestigt, das gegen die vier Federn b (drei oberhalb und eine unterhalb des Hebels) andrückt und auf diese Art den Contact herstellt. Ein Stückchen Platindraht ist an die Federn angelöthet, wo dieselben das Prisma berühren, und der obere sowohl als der untere Rand des Prismas sind auf ähnliche Art geschützt.

Fig. 114 zeigt den eigentlichen Magnetinductor mit der Kurbelscheibe. Jeder der drei Magnete M soll glashart sein, und seine Pole sollen mit vereinigter Kraft im Minimum 1500 g tragen.

Fig. 114.

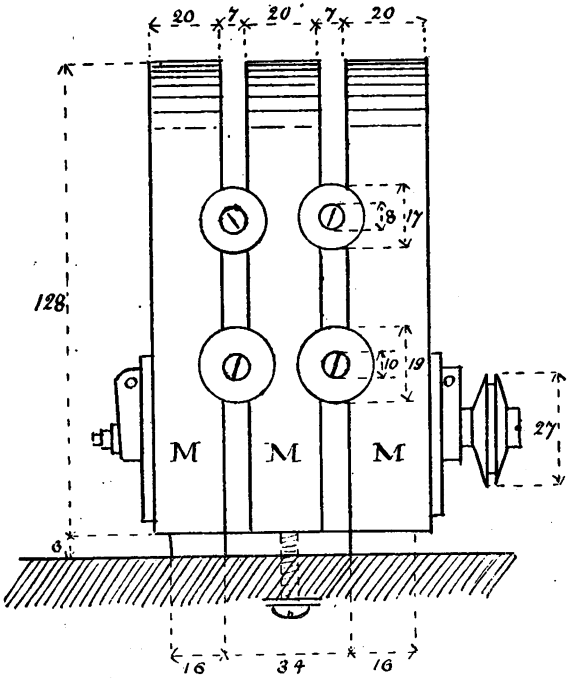


Fig. 115.

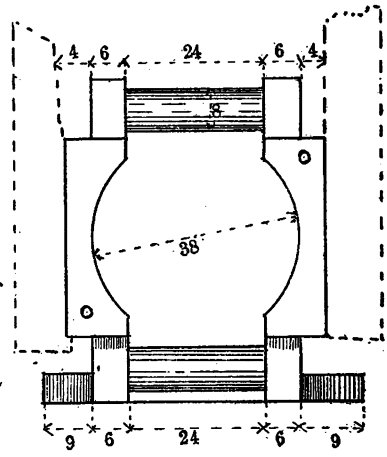


Fig. 115 zeigt einen der beiden Polschuhe; die vier Cylinder, welche die beiden Polschuhe zu einem Ganzen verbinden, sind aus Messing, alles Uebrige aus weichstem Eisenguss. Dieselben müssen sich so innig als möglich an die Magnete schliessen, und die innere Höhlung muss ausserordentlich genau gearbeitet sein.

Figuren 116 und 117 zeigen das eiserne Ankergestell mit der Frictionsscheibe F.

Das metallische Gerippe des Ankers muss aus weichstem Eisen-

Digitized by Google

guss bestehen; die Cylinderfläche desselben muss auf's Sorgfältigste ausgearbeitet und das Ganze mit den Lagerscheiben genau centrirt werden.

Der Widerstand der Ankerwindungen soll im Maximum 1000 Ohm betragen, wird jedoch in den meisten Magnetos viel niedriger gehalten und übersteigt selten 500 Ohm.

Das eine Ende des Ankerdrahts ist bei a an einen Stift gelöthet, der direct mit der Metallmasse des Ankers und durch die Lagerscheiben auch mit den Polschuhen und den Magneten in Verbindung steht. Das andere Ende des Ankerdrahts ist an den Stift b gelöthet, der durch ein Ebonitrohr von der Ankerachse isolirt ist und in metallischer Verbindung mit dem Stift d steht, dessen Isolirung durch das Ebonitrohr e bewirkt wird.

Die Frictionsscheibe F (Fig. 116) besteht aus Ebonit oder vulcanisirter Fiber; bei s ist sie von einem Stift durchbohrt damit sie nicht lose werden kann.

Die Drahtwindungen sind von den Eisentheilen des Ankers durch Leinwand, die mit Schellack getränkt ist, zu isoliren.

Die Gesammtansicht der Kurbelscheibe sammt Kurbel ist durch Fig. 118 gegeben. Die beiden Seiten der Kurbelscheibe aus hartem federndem Messingblech von $^1/_2$ mm Dicke sind unabhängig von einander und werden von sechs Messingschrauben von 11 mm Länge zusammengehalten.

Bei c (Fig. 118) ist eine automatische Vorrichtung, welche beim Drehen der Kurbel den Kurzschluss,

Fig. 116.

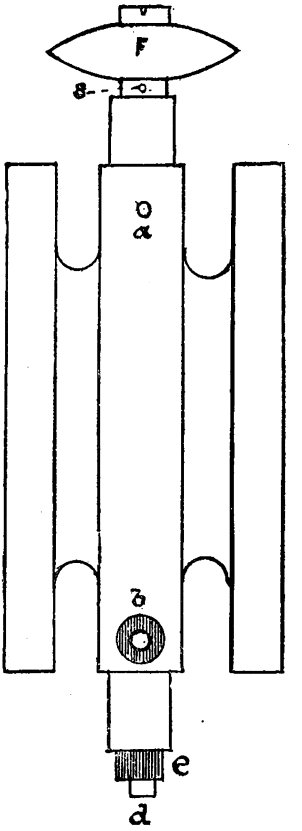
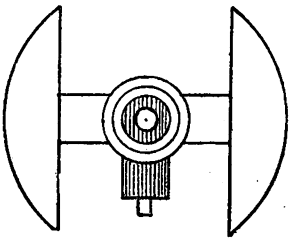


Fig. 117.

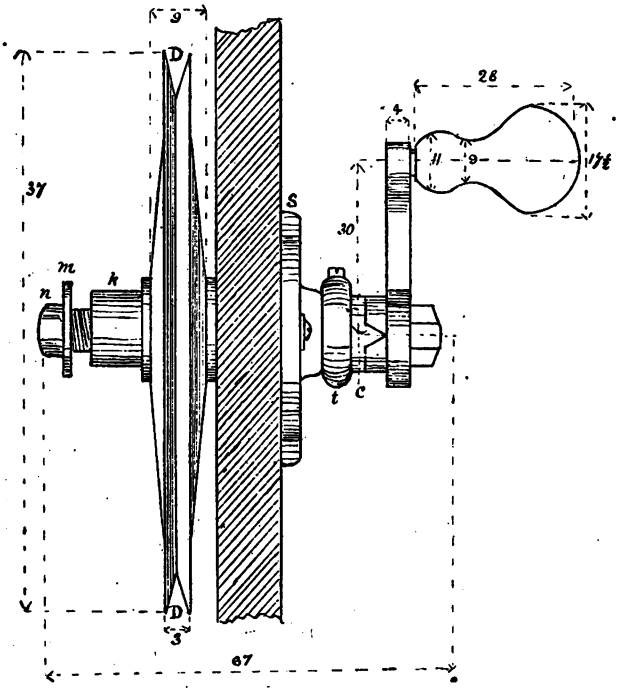


Digitized by Google

in dem sich die Ankerwindungen im Ruhezustand hefinden, unterbricht (d. h. die Ankerwindungen in den Stromkreis einschaltet). Diese Vorrichtung ist in der Skizze (Fig. 119) bei i dargestellt. In dem Gilliland-Magneto besteht dieselbe aus einem federnden Hebel, der einen Contactstift trägt; letzterer unterbricht beim Drehen der Kurbel den Kurzschluss der Ankerwindungen.

Mit Bezug auf die Form des Getriebes ist zu bemerken, dass in erster Linie ein gezähntes Getriebe verwendet wurde; dies wurde für

Fig. 118.



eine Zeit lang zu Gunsten einer weniger geräuschvollen Construction aufgegeben und durch die oben beschriebenen Frictionsscheiben ersetzt.

Das Gilliland-Magneto hatte ein kleines metallisches Triebrad, das zwischen zwei das getriebene Rad bildenden Scheiben angebracht war.

Williams führte ungefähr um die gleiche Zeit die oben beschriebene doppelte Frictionsscheibe mit einem einzigen, aus einer Isolationsmasse bestehenden getriebenen Rade ein.

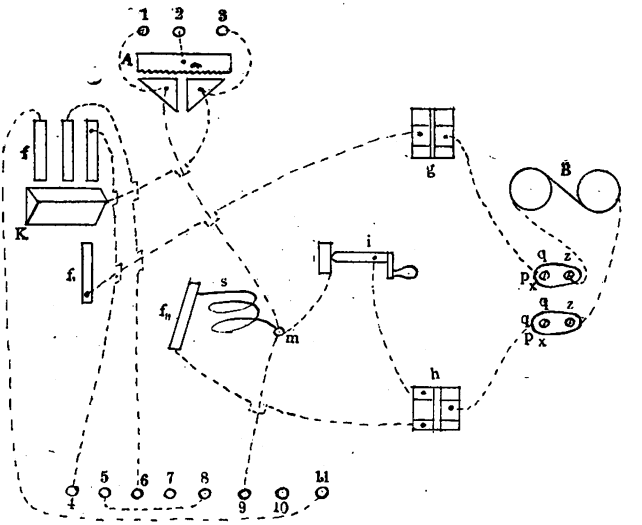
Das Post-Magneto hat von Anfang an Frictionsscheiben sowohl als gezähnte Getriebe verwendet.

Digitized by Google

In neuester Zeit werden letztere beinahe geräuschlos hergestellt, und da sie sicherer in ihrer Wirkung und dauernder sind, so zeigt sich eine Tendenz, zu den gezähnten Getrieben zurückzukehren.

Fig. 119 zeigt die Drahtverbindung des Magnetinductors. 1—3 sind die oberen Klemmen, 4—11 die unteren. A ist der Ausschalter auf der oberen Seite des Magnetinductors. K ist das Prisma des Umschalterhebels, f sind die drei oberen, f_1 die untere Feder desselben. S stellt die Windungen des Ankers dar, f_2 ist die Feder, welche gegen die Achse des Ankers drückt, i ist die Kurbelachse sammt Contactplatte, gegen welche sie in der Ruhe andrückt. Der Punkt m, wo vier Drähte zusammenlaufen, stellt die Metallmasse des Magnets mit

Fig. 119.



seinen Polschuhen dar. g und h sind die Charniere, B ist der Glockenelektromagnet; o und p sind zwei Messingstücke mit je einer Klemmschraube und einer Holzschraube. Bei x ist der vom Charnier kommende Draht angelöthet, q ist die Holzschraube mit Rundkopf, welche das Messingstück auf den Deckel befestigt, und z ist die Klemmschraube, welche den nach dem Glockenelektromagnet gehenden Draht festpresst.

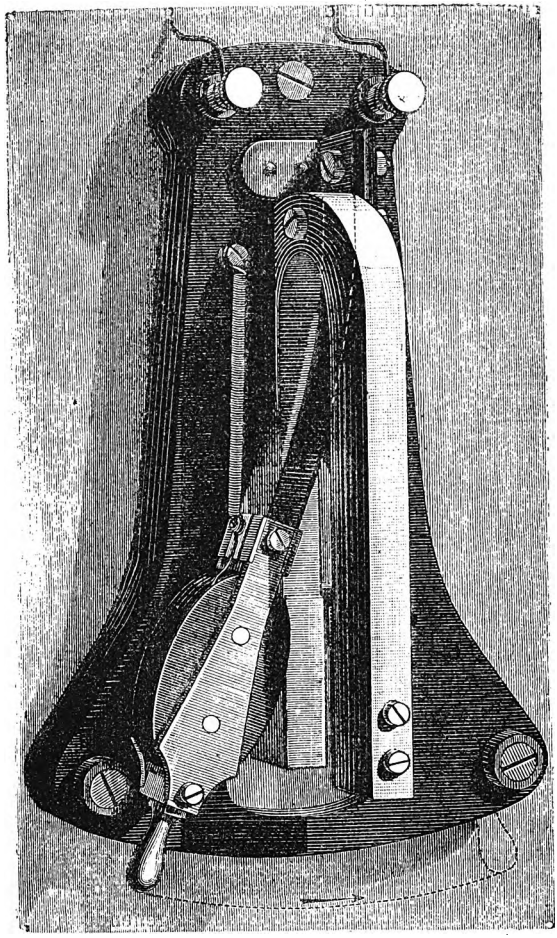
Von den Drahtverbindungen wird verlangt, dass sie erstens in ihrer Leitungsfähigkeit ganz sicher seien, und zweitens, dass alle Leiter, die nicht mit einander in Verbindung stehen sollen, vollständig isolirt seien.

Zur Erfüllung der ersten Bedingung ist erforderlich, dass, wo

Digitized by Google

thunlich, die Verbindungen durch Leitung bewerkstelligt werden und, wo dies nicht angeht, eine Schraube den Draht gegen das Metallstück andrückt. Nie darf der Draht zwischen Holz und Metall gepresst werden, sondern es muss sich immer zu beiden Seiten des Drahtes

Fig. 120.



eine metallische Verbindung befinden. Um diese zweite Bedingung zu erfüllen, muss man die Drähte so weit wie möglich von einander halten, und zwei Drähte dürfen sich nie auf derselben Seite der Holzwände kreuzen. Ein guter Magnetinductor soll bei mässig schneller

Digitized by Google

Umdrehung durch einen äusseren Widerstand von 20000 Ohm (10000 sind in der Regel als genügend zu betrachten) noch sicher läuten; es darf jedoch auch bei Null äusserem Widerstand der Glockenanker nicht an den Elektromagnetpolen kleben bleiben.

Abdank-Abakanowicz-Signal.

95. Die ursprüngliche Form dieses Apparats ist in Fig. 120 dargestellt und besteht aus einem hufeisenförmigen Magnet, der an eine gusseiserne Platte befestigt ist. An einem auf der Platte angebrachten Querstück ist eine starke Feder befestigt, die an ihrem freien Ende eine flache, aus einem weichen Eisenkern bestehende und mit einer grossen Anzahl freier Drahtwindungen versehene Spule trägt. Das eine Drahtende steht durch den Apparatkörper mit einer der Klemmschrauben in Verbindung, während das andere Ende mittelst einer Spiralfeder an eine isolirte Schraube und von dort an die zweite Klemmschraube geht. Die Spule ist in einen mit einem Handgriff versehenen Rahmen eingefügt, und wenn man dieselbe an dem Griffe aus ihrer Gleichgewichtslage herauszieht, so schnellt beim Loslassen die Feder zurück, und die Spule wird in eine rasche oscillirende Bewegung zwischen den Magnetpolen versetzt. Während dieser Bewegung wechselt der Magnetismus des Eisenkernes beständig, während gleichzeitig die Drahtwindungen der Spule die magnetischen Kraftlinien durchschneiden und auf diese Art zur Entstehung von Wechselströmen Veranlassung geben. (Als eine beiläufige Bemerkung ist nicht zu vergessen, dass die Hauptursache der Entstehung inducirter Ströme die rasche Magnetisation und Demagnetisation des Kernes ist und dass die sogenannte dynamische Induction nur eine untergeordnete Rolle hiebei spielt.)

Die so erzeugten Ströme werden entweder nach einem ähnlichen Apparat oder auch zu einem polarisirten Wecker geleitet. Durch Hinzufügung eines zweiten Magnets kann die Wirkung des Apparats noch erhöht werden.

Ein sinnreicher, die Eigenschaften eines Weckers und eines Telephons verbindender Apparat hat in jüngster Zeit praktische Anwendung für den Haustelephondienst gefunden. Dieser ist

Das Knopftelephon.

96. Der Zweck des Apparates ist, den Anrufknopf einer gewöhnlichen elektrischen Glocke durch einen Telephonknopf zu ersetzen, der nicht nur zum Anruf, sondern auch zum Sprechverkehr mit einer

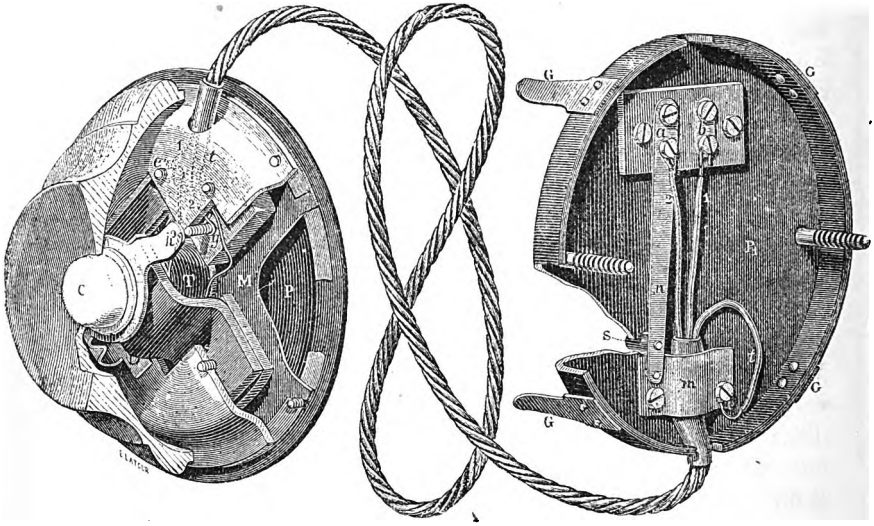
Digitized by Google

anderen Person dienen kann. Der Apparat besteht aus einer an der Wand oder an einem Brettchen befestigten Hülse und einem beweglichen Theile, den man in die Hand nimmt, wenn man das Telephon benutzen will. Diese beiden Theile sind durch eine elastische Schnur verbunden.

Fig. 121 zeigt eine Ansicht der verschiedenen Theile und Fig. 122 eine Skizze der elektrischen Verbindungen des Instruments. Da die Buchstaben in der Skizze und in der Figur die gleichen sind, so wird sich die Beschreibung leicht verfolgen lassen.

Rechts in der Fig. 121 sieht man die Rückseite der Hülse; dieselbe

Fig. 121.



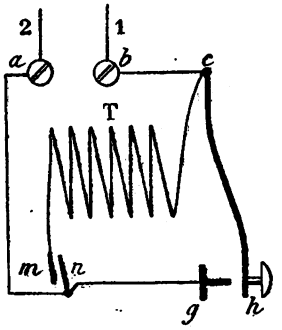
besteht aus einer mit einem Rande versehenen Metallplatte P, an welcher vier Klemmen G befestigt sind, welche zur Befestigung des beweglichen Theiles im Ruhezustand dienen. Die Platte P ist an der Wand oder an einem Brettchen mittelst zweier in der Figur dargestellter Schrauben befestigt. Die beiden Klemmschrauben a und b nehmen die Drähte auf, die unter gewöhnlichen Umständen zu einem Anrufknopf führen. Von diesen Klemmschrauben führen zwei Drähte 1 und 2 zu dem beweglichen Theil des Apparats. Ein dritter Draht t, welcher mit den beiden ersteren die elastische Schnur bildet, ist in Verbindung mit dem Metallcontact m. Letzterem gegenüber ist ein elastischer, mit einer Klemmschraube a verbundener Metallstreifen n, der an

Digitized by Google

seinem unteren Ende einen Knopf s trägt. Dieser geht durch eine Oeffnung in der Platte P hindurch und ragt über deren Vorderseite hervor. Ist demnach der Apparat im Ruhezustand, so ist der Contact zwischen m und n offen, während derselbe durch die Elasticität des federnden Streifens n geschlossen wird, sobald man den Knopf (den beweglichen Theil) von der Hülse wegzieht.

Dieser bewegliche Theil (der Knopf) ist in Wirklichkeit ein telephonischer Empfänger mit einer Membran M, einer Inductionsspule T und einem elastischen Metallstreifen h, der dem Contact g gegenüber steht; das Ganze ist in eine Holzbüchse eingeschlossen, welche die Form eines gewöhnlichen Aufrufknopfes hat. Der Streifen h ist in Verbindung mit dem Apparatkörper, während g von demselben isolirt ist.

Fig. 122.



Mittelst der biegsamen Schnur wird Verbindung hergestellt (Fig. 122) zwischen dem Apparatkörper, dem Draht 1 und der Klemmschraube b; ferner zwischen Draht 2 und der Klemmschraube a; und schliesslich zwischen dem einen Ende der Spule und dem Draht T, respective dem Contact m.

Das andere Ende der Spule ist in Verbindung mit dem Apparatkörper. Hieraus ist ersichtlich, dass in Fig. 122 die Theile b c, g n a und T m die drei Adern der biegsamen Schnur darstellen.

4. Verbindungsschnüre.

97. Eine der untergeordneten Vorrichtungen einer Sprechstelle, die jedoch von grösserer Wichtigkeit ist, als man gewöhnlich annimmt, ist die biegsame Doppelschnur, die zur Verbindung des Fernsprechers (Empfängers) mit dem Telephonsystem dient. Diese Schnur ist häufigem und mitunter nachlässigem Gebrauche unterworfen, und so ist dieselbe durchaus kein unwichtiger Factor in der Wirksamkeit des Telephondienstes.

Eine der besten Schnüre scheint die von J. H. Farnham zu sein; von 1200 Stück, die im Bostoner Netze verwendet werden, sind nur drei während eines halben Jahres unbrauchbar geworden.

Die Verwaltung der eidgenössischen Telephone, die am Anfang ziemlich viel Ungelegenheit mit diesen Schnüren hatte, entschied sich endgültig für Schnüre der folgenden Construction: Eine starke Baumwollenschnur von $2\frac{1}{2}$ mm Durchmesser nimmt die Mitte ein und ist

Digitized by Google

vollständig von einer aus 30 Kupferdrähten (0.1 mm Durchmesser) bestehenden Drahtspirale umschlossen; das Ganze ist mit einem Baumwollengespinnst und einem Gespinnst von doppeltgezwirntem Seidenfaden umsponnen. Jede Schnur endet an beiden Extremitäten in einem kleinen Metallstab mit rechtwinkliger Oese. Die Art und Weise der Verbindung des Stabes mit der Schnur ist sowohl vom mechanischen, als auch vom elektrischen Standpunkte der schwierigste Theil der Aufgabe. Die mittlere Baumwollenschnur wird zuerst durch die Oese des Stabes gezogen und fest damit verknüpft. Dann kommen die 30 Kupferdrähte, welche die Oese ausfüllen und einen Theil des Stabes in Form einer vielfältigen Spirale umgeben und durch ein Kupferband in dieser Lage festgehalten werden. Das Anlöthen der Drähte an den Stab war entschieden unbefriedigend und ist desshalb aufgegeben worden.

Nachdem die Schnur auf diese Art am Stäbchen befestigt ist, wird die Oese mit den Baumwollen- und Seidengespinnsten eingehüllt und in eine Metallröhre eingesteckt, die auf beiden Seiten der Oese zusammengequetscht wird.

Diese Doppelschnüre sind nun schon mehr als drei Jahre im Gebrauch und kaum eine ist bis jetzt untauglich geworden.

5. Die Blitzschutzvorrichtungen.

Diese Vorrichtungen sind im Wesentlichen den zum Schutze der Telegraphenapparate verwendeten ähnlich und können ihrer Construction gemäss in zwei Klassen eingetheilt werden.

1) Apparate mit Schutzdrähten,
2) Apparate mit Zahnplatten.

1. Apparate mit Schutzdrähten.

98. Das leitende Princip bei diesen Blitzableitern ist die Anwendung eines Schutzdrahtes, der durch einen Strom von einer gewissen Stärke, und zwar von solcher Stärke, dass die Telephonapparate dadurch geschädigt würden, geschmolzen und hiedurch eine Erdverbindung hergestellt wird, die den Strom unschädlich ableitet.

Fig. 123 stellt den im Deutschen Reich verwendeten sogenannten Spindelblitzableiter dar[1]).

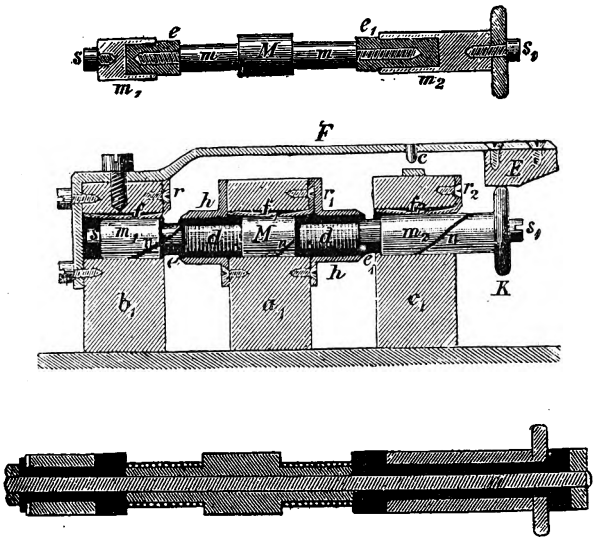
Auf einer 11.5 cm langen und 5.6 cm breiten aus hartem Holz in dreifacher Lage hergestellten Grundplatte sind drei winkelförmige Messingstücke b_1, a_1 und c_1 je mittelst einer Holzschraube und zwei

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Nr. 6, 1880.

Digitized by Google

Stellstiften befestigt. An den freien Enden der auf der Grundplatte aufliegenden Schenkel dieser Messingstücke sind zur Befestigung der Zuleitungsdrähte drei Klemmschrauben angebracht. Die lothrecht stehenden Schenkel der gedachten Messingstücke sind in der Längsrichtung der Grundplatte — behufs Aufnahme der nachstehend beschriebenen Spindel — durchbohrt; in diesen Durchbohrungen sind die rechtwinklig gebogenen und seitlich angeschraubten Blattfedern f, f_1 und f_2 eingelassen. Die Spindel (im Querschnitt oben in der Figur dargestellt) besteht aus den drei oben abgeflachten Messingcylindern m_1, M und m_2, welche durch die Ebonithülsen e und e_1 mit einander

Fig. 123.



verbunden, gleichzeitig aber von einander isolirt sind. Die mit m_1 und m_2 bezeichneten Theile der Spindel tragen an ihrem äusseren Ende eine kleine mit s und s_1 bezeichnete Schraube; an ihrem inneren Ende sind diese Spindeltheile zur Aufnahme der Ebonithülsen e und e_1 entsprechend ausgebohrt. Das Metallstück b ist an seinen beiden Enden m m so abgedreht, dass sich daselbst zwei Zapfen von geringerem Durchmesser bilden. Diese beiden Zapfen sind mit je einer in die Ebonithülsen e und e_1 eingreifenden Schraube versehen. Die so gebildete Spindel ist mit, durch Seideumspinnung isolirtem Kupferdrahte von 0.1 mm Stärke derart umwickelt, dass dieser Draht in dicht aneinander liegenden Windungen die Zapfen d und d_1 umgibt

Digitized by Google

und sich in die in der Zeichnung angegebenen spiralförmigen Nuthen der drei Metallstücke m_1, M und m_2 einlegt. Das eine Ende des Drahtes ist, nachdem dasselbe von der isolirenden Hülle befreit und blankgeschabt worden, zwischen der mit einem Stellstift versehenen Unterlagsscheibe K und dem äusseren Ende des Metallstücks m_2 mittelst der Schraube s_1 festgeklemmt. Das andere Drahtende ist in gleicher Weise, jedoch unter Fortfall der Unterlagsscheibe, an das äussere Ende des Metallstücks m_1 mittelst der Schraube s befestigt. Durch diesen Draht sind demnach die Theile m_1 und m_2 leitend verbunden, während derselbe durch die dünne Seidenumspinnung von dem Theile M isolirt bleibt. Die Drahtwindungen um die Zapfen d und d_1 sind von zwei mit dem Messingstück a_1 in leitender Verbindung stehenden Messinghülsen h umgeben und dadurch auch gegen äussere Beschädigung geschützt. An dem Messingstück b_1 ist ferner noch eine starke, mit einem Platincontacte c und einem vorn abgeschrägten Ebonitstück E versehene Messingfeder F mittelst dreier Schrauben befestigt. Dem Platincontacte c gegenüber ist auf der oberen Seite des Messingstückes c_1 ein zweiter Platincontact aufgelöthet. Beide Contacte berühren sich, wenn die eben beschriebene Spindel aus den Bohrungen der Messingstücke b_1, a_1 und c_1 entfernt ist. Wird die Spindel in die in der Figur gezeichnete Stellung gebracht, so wird die Messingfeder F durch Aufgleiten des Ebonitstückes E auf den oberen Rand der Unterlagsscheibe K gehoben und die metallische Verbindung der Platincontacte unterbrochen.

Bei den deutschen Reichstelegraphenanstalten wird die Schutzvorrichtung zwischen dem in allen Fällen zur Aufstellung gelangenden Plattenblitzableiter und dem Fernsprechapparat derart eingeschaltet, dass der vom Plattenblitzableiter kommende Draht an die an der Schiene c_1 angebrachte Drahtklemme befestigt ist. Die Klemme der Schiene a_1 wird mit der Erdleitung verbunden.

Ein die Leitung durchlaufender elektrischer Strom geht zunächst durch die Leitungsplatte des Plattenblitzableiters und gelangt dann zur Drahtklemme der Schiene c_1. Von hier geht der Strom über Schiene c_1, Feder f_2, Spindeltheil m_2 und Schraube s_1 zur Drahtumwicklung der Spindel, verfolgt diesen Draht bis zur Schraube s, gelangt durch Feder f und Schiene b_1 zur Drahtklemme der Schiene b_1, demnächst zum Fernsprechapparat und nach Durchlaufung der Drahtwindungen des letzteren zur Erde. Die den zugehörigen Leitungsdraht treffenden Entladungen der atmosphärischen Elektricität, welche nicht durch den Plattenblitzableiter abgeleitet werden, die aber doch noch kräftig genug sind, um eine Zerstörung der Drahtwindungen des

Digitized by Google

Fernsprechapparats veranlassen zu können, werden nun in der Schutzvorrichtung von dem dünnen Drahte zu dem mit der Erde in Verbindung stehenden Theil der Spindel überspringen. Dabei wird die dünne isolirende Hülle des Drahtes verbrennen und in der Regel auch der Draht selbst durch Schmelzen zerstört werden. Die Leitung wird dadurch unmittelbar vor dem Fernsprechapparat mit der Erde verbunden und die Drahtrolle im Fernsprechapparat gegen Zerstörung geschützt. Die Spindel muss dann entfernt und eine neue eingesetzt werden. Wird nun die Spindel entfernt, so geht die Feder F herunter, durch die eintretende Berührung der beiden Platincontacte wird die leitende Verbindung zwischen den Drahtklemmen der Schienen b_1 und c_1 wieder hergestellt, und die Leitung ist wieder betriebsfähig.

2. Apparate mit Zahnplatten.

99. Bei der Beschreibung der verschiedenen Telephonsysteme haben wir mehrfache Gelegenheit, diese Apparate zu besprechen, und da deren Construction sowohl als Verbindung mit den Leitungsdrähten und den Sprechvorrichtungen der Central- und Abonnentenstationen eine Stelle in der Beschreibung der verschiedenen Systeme finden muss, so verweisen wir die Leser, um Wiederholungen zu vermeiden, auf Capitel XVI, p. 182.

Capitel XII.

Gewöhnliche Fernsprech- oder Endstelle.

Zwei bestimmte Fälle sind hier zu unterscheiden:

1) Fernsprechstellen mit Batterieanruf,
2) Fernsprechstellen mit magnetischem Anruf.

Der erste Fall wird täglich seltener; die Vortheile eines magnetischen Anrufsignals wurden schon im vorhergehenden Capitel aus einander gesetzt und hiegegen lässt sich nur der einzige Vortheil der Batterieanrufe setzen, dass man nämlich eine höhere Elektromotivkraft erhält und desshalb auch auf weitere Distanzen signalisiren kann. Für gewöhnliche Zwecke jedoch ist ein magnetisches Signal, wie z. B. das Williams-, Gilliland-, und andere Magnetos, die noch durch einen Widerstand von 10000 Ohm wirksam sind, vollständig genügend.

Digitized by Google

1. Fernsprechstellen mit Batterieanruf.

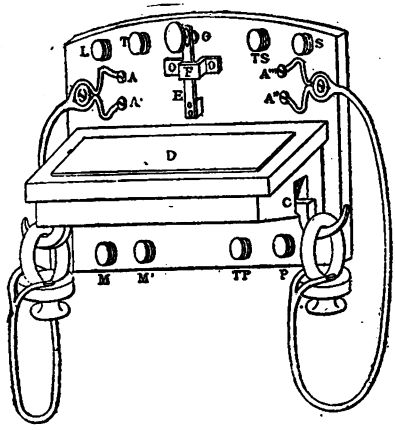
a) Mit Mikrophontransmitter.

100. In der Telephonie sowohl als in der Telegraphie ist es nöthig, dass der Absender einer Mittheilung, seinen Correspondenten von seiner Absicht unterrichte, mit ihm in Verbindung zu treten, und hieraus ergibt sich die Nothwendigkeit eines Aufrufsignals, laut genug, um die Aufmerksamkeit der Empfangsstation auf sich zu ziehen. Die Telephone selbst können diese Aufgabe nicht erfüllen und eine elektrische Glocke (Wecker) musste zu Hülfe gerufen werden.

Hieraus ergibt sich sofort ein weiteres Bedürfniss, nämlich die Verwendung eines Ein- und Ausschalters, mittelst dessen man die Leitung entweder mit dem Wecker oder mit dem Telephon verbinden kann, und ferner die Anwendung eines Tasters, um den zum Betrieb des Weckers an der Empfangsstation nöthigen Strom in die Leitung zu senden.

Wir haben ausserdem noch den Umstand in Betracht zu nehmen, dass zum Zwecke der Sprachübertragung der Strom einer Batterie durch das Mikrophon und den primären Draht eines Inductoriums durchgehen muss. Wäre nun dieser Stromkreis von niedrigem Widerstand beständig geschlossen, so würde sich die Batterie polarisiren und rasch abnutzen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, ist ein Strombrecher nöthig, der uns erlaubt, den Stromkreis durch das Mikrophon zu schliessen, wenn eine Unterhaltung geführt wird und nach Beendigung der Unterhaltung diesen Stromkreis wieder zu öffnen und die Leitung mit dem Wecker zu verbinden.

Fig. 124.



Ein geübtes Personal kann diese Manipulationen leicht mittelst der gewöhnlichen, in der Telegraphie verwendeten Umschalter ausführen, nicht aber das allgemeine Publicum, das nichts von elektrischen Apparaten versteht. Desshalb sind die für den allgemeinen Gebrauch bestimmten Telephonapparate mit einem besonderen Ein- und Ausschalter versehen, der, wie wir bald sehen werden, automatisch wirkt.

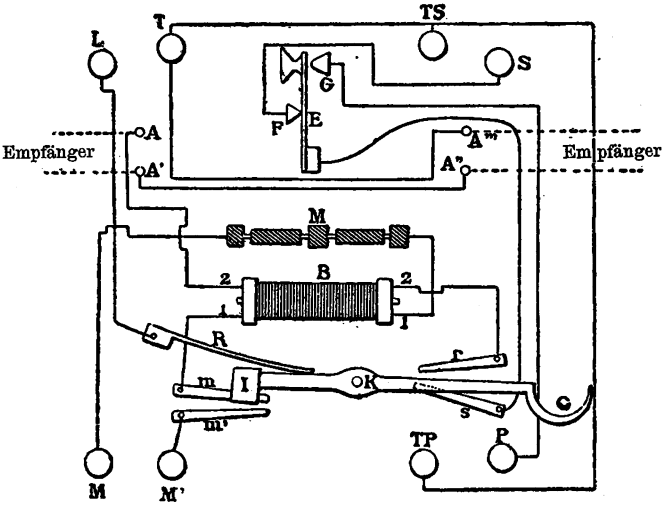
Die Art und Weise der Aufstellung ist überall die gleiche, wo

Digitized by Google

ein Mikrophontransmitter und ein magnetischer Empfänger verwendet werden. In Fig. 124 geben wir die Anordnung eines vollständigen Ader-Systems, wie dasselbe gewöhnlich in Frankreich angewendet wird. Ersetzen wir den Ader-Transmitter durch einen Berliner, Crossley oder Blake, so haben wir die entsprechenden, in Deutschland und England eingeführten Verfahren.

D ist die Membran, an welcher die Mikrophonkohlen befestigt sind. Die Membran ist in einen Rahmen auf der oberen Fläche eines Pultes eingefügt, auf dessen Bodenbrett das Inductorium und der automatische Umschalter befestigt sind. Letzterer endet in einem beweglichen Haken, der aus der rechten Seitenwand des Pultes hervor-

Fig. 125.



ragt und zur Aufhängung des Telephons dient. Auf der linken Seite des Pultes ist ein weiterer Haken, zur Aufhängung des zweiten Telephons befestigt.

E ist der zum Anruf dienende Morse-Taster mit doppeltem Contact F und G. L, T, TS etc. sind die zur Befestigung der Leitungsdrähte bestimmten Klemmschrauben.

Fig. 125 zeigt die Verbindungen und die innere Einrichtung des Apparats. Der Liniendraht ist mit der Klemmschraube L, der Erd- oder Rückleitungsdraht mit T verbunden; die Anrufdrähte gehen nach TS und S, die Drähte der Mikrophonbatterie nach M' und M, die Drähte der Anrufbatterie nach TP und P. Die kleineren Klemm-

Digitized by Google

schrauben A, A', A'' und A''' gehören zu den Telephonen. Bei M sind die Mikrophonkohlen; B ist das Inductorium.

Der automatische Umschalter besteht aus einem um K drehbaren Hebel IKC, gegen welchen die Feder R andrückt. Der Hebel endet bei C in einem Haken, an welchem einer der Empfänger im Ruhezustand aufgehängt ist; sein anderes Ende bildet ein von der Masse des Hebels isolirter Metallblock I. Bei seiner Drehung um den Punkt K reibt der Hebel gegen die kleinen federnden Streifen r und s und der Block I gegen die federnden Streifen m und m'. Die in der Figur angedeutete Lage stellt den Ruhezustand vor, das heisst, wenn der Fernsprecher am Haken C hängt. Das Gewicht desselben genügt, den mechanischen Widerstand der Feder R zu überwinden, und der Hebel ist demnach in Contact mit der Feder s; der Block I in Contact mit Feder m.

In dieser Lage kann der rufende Theilnehmer seinen Correspondenten aufrufen oder einen Aufruf von letzterem empfangen, der durch Niederdrücken seines Morse-Tasters Contact mit G herstellt. Der Strom der Anrufbatterie, deren einer Pol an der Erde liegt oder durch den mit der Klemmschraube TP verbundenen Rückleitungsdraht gebildet wird, geht von der Klemmschraube P aus, fliesst durch G zum Taster E, von da zur Feder s, dem Hebel KC und der Feder R des automatischen Umschalters; dann geht der Strom durch die Klemmschraube L auf die Linie über, erreicht den Apparat der Empfangsstation durch deren entsprechende Klemmschraube L, geht durch Feder R, Hebel KC und Feder s zum Taster E und Contact F, bringt durch Klemmschraube S den Wecker zum Läuten und fliesst von dort auf dem Rückleitungsdraht durch TS zur Erde. Es ist klar, dass bei dieser Stellung des Umschalters der Stromkreis der Mikrophonbatterie, deren Pole mit den Klemmschrauben M und M' verbunden sind, an der Feder m' und dem Block I unterbrochen ist.

Nachdem nun der Aufruf auf diese Art gegeben und erwidert ist, kann die Unterhaltung beginnen. Zu diesem Zwecke nehmen die beiden Abonnenten an den zwei Sprechstellen ihre Empfänger vom Haken ab und bringen dieselben an's Ohr.

In Folge hievon und durch den Druck der Feder R wird der Hebel IKC des Umschalters bei I niedergedrückt und bei C in die Höhe gehoben. Der Block I tritt in gleichzeitigen Contact mit m und m', während der Arm KC von der Feder s zurücktritt und mit der Feder r Contact macht.

In dieser neuen Stellung ist der Stromkreis der Mikrophonbatterie durch die Klemmschraube M, die Mikrophonkohlen, den primären

Digitized by Google

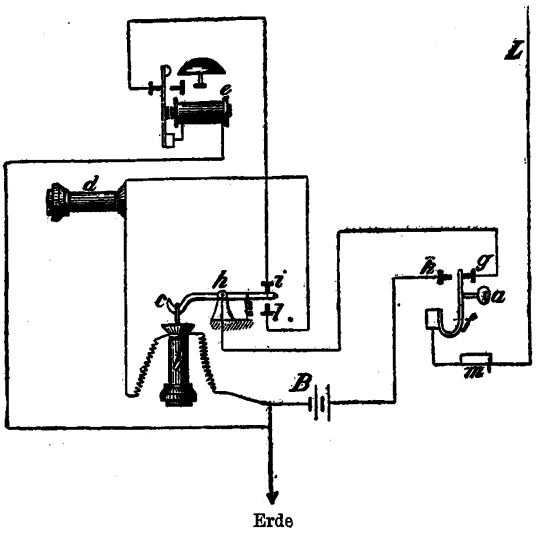
Draht des Inductoriums, die Feder m, den Block I, die Feder m' und die Klemmschraube M' geschlossen. Die Rück- oder Erdleitung geht durch Klemmschraube L, Feder R, Hebel KC und Feder r des Umschalters, fliesst von da durch den secundären Draht des Inductoriums nach der Klemmschraube A, durch den Empfänger auf der linken Seite, durch die Klemmschraube A' und A'' zum Telephon auf der rechten Seite und schliesslich durch A''' zur Klemmschraube T.

Sobald die Unterhaltung beendigt ist, hängen beide Abonnenten ihre Telephone wieder am Haken auf, der automatische Umschalter öffnet den Strom der Mikrophonbatterie und stellt die Verbindung des Liniendrahts mit dem Wecker wieder her.

b) Mit magnetischem Transmitter.

101. In diesem Falle, der bis auf die letztere Zeit auf die Sprechstellen im Deutschen Reiche Anwendung fand, wird die nöthige Anordnung durch Fig. 126 dargestellt.

Fig. 126.



Zu Zwecken des Aufrufs wird der Knopf a niedergedrückt, so dass die Contactfeder gegen den Contact k presst. Hiedurch wird die Batterie B, deren einer Pol an der Erde liegt, mit der Linie L verbunden und ein Strom fliesst durch k, f und Klemmschraube m zur Linie L. In ähnlicher Weise fliesst, beim Empfang des Aufrufs, der von der Linie L kommende Strom durch m, f, Contact g und durch

Digitized by Google

das Mittelstück h des automatischen Umschalters zum Hebel und Contact i und schliesslich durch den Wecker zur Erde. Vorausgesetzt, dass der Fernsprecher b am Haken hängt, fängt der Wecker an zu läuten, da in diesem Falle der Strom durch das Telephon nach i und in den Wecker gelangen kann. Ist das Telephon nicht aufgehängt, so ist der zum Wecker führende Stromkreis offen.

Nachdem das Signal gegeben und durch ein ähnliches Signal erwidert ist, wird das Telephon vom Haken genommen und dadurch der Contact bei i unterbrochen, während derselbe gleichzeitig zwischen dem Hebel und l hergestellt wird. Die im Telephon erzeugten Inductionsströme durchfliessen die Windungen der beiden Telephone b und d, von denen b, wie aus der Figur ersichtlich ist, mit einem Leitungsdraht an der Erde liegt, und gehen durch l, h, g, f und m zur Linie. Auf ähnliche Weise gelangen die von einer entfernten Sprachstelle ausgehenden Inductionsströme zu den Telephonen; diese können, da sie beide in den Stromkreis eingeschaltet sind, sowohl zum Sprechen als zum Hören dienen.

Um deutlich zu hören, legt man das eine Ohr gegen das horizontal im Kästchen befestigte Telephon, während man das zweite Telephon an das andere Ohr hält und so die von aussen kommenden Geräusche so ziemlich ferne hält. In der Regel dient das am Kasten aufgehängte Telephon zum Hören, während das im Kasten befestigte zum Sprechen benutzt wird.

2. Fernsprechstellen mit magnetischem Aufruf.

102. In neuerer Zeit kommen Fernsprechstellen dieser Art mehr und mehr in Aufnahme, in denselben werden fast ausschliesslich Mikrophontransmitter verwendet und deren Leistungsfähigkeit ist ohne Zweifel höher, während die Kosten nicht bedeutender sind, als bei den anderen oben beschriebenen Systemen.

Auch hier besorgt ein automatischer Umschalter die Ein- und Ausschaltung der Mikrophonbatterie, während durch Rotation der Armatur der im Kästchen enthaltenen Inductionsmaschine der Anrufstrom erzeugt wird.

Wir werden Gelegenheit haben, bei der Beschreibung des Schweizer Systems auf diese Einrichtung zurückzukommen, und verweisen den Leser demnach auf Capitel XVII.

Digitized by Google

Capitel XIII.

Zwischensprecher.

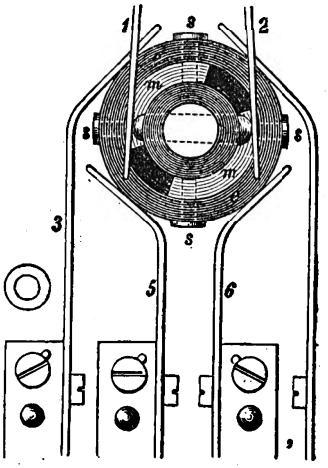
Es kommt häufig vor, dass eine Sprechstelle mit zwei anderen Sprechstellen in solcher Weise verbunden werden soll, dass, wenn erstere mit einer der beiden anderen in Verkehr tritt, die dritte gerufen werden kann, und dass die beiden Endstellen in directen Verkehr mit einander treten können, ohne dass die dazwischenliegende Stelle die Unterhaltung mit anhören kann.

Verschiedene Apparate, Zwischensprecher genannt, sind zu diesem Zwecke vorgeschlagen worden. Unter denselben zeichnen sich die folgenden durch Einfachheit aus und haben demnach auch practische Verwendung gefunden:

1. Der in Deutschland gebrauchte Zwischensprecher [1]).

103. Den Apparatsatz für Zwischensprecher bilden: zwei Fernsprecher, ein Taster, eine Einschaltevorrichtung, zwei Spindelblitzableiter, zwei Wecker, ein Relais, ein Umschalter. Der in Fig. 127 von der Rückseite gesehene, in seiner neueren Einrichtung dargestellte Umschalter gewährt die Möglichkeit, die Zwischenstelle mit Ausnahme eines Weckers ganz auszuschalten oder nach einer beliebigen Seite hin Sprachstellung zu nehmen, während nach der anderen Seite hin ein Wecker eingeschaltet bleibt. An seiner Grundplatte sind an sechs Klemmen die flachen Federn 1—6 aus Neusilber befestigt. Innerhalb des von den Enden der sechs Federn umschlossenen Raumes befindet sich die Kurbelachse nebst einer auf sie aufgeschobenen Ebonithülse; durch beide geht, wie in der Figur durch punktirte Linien angezeigt, ein Messingstift; in der Verbreiterung c der

Fig. 127.

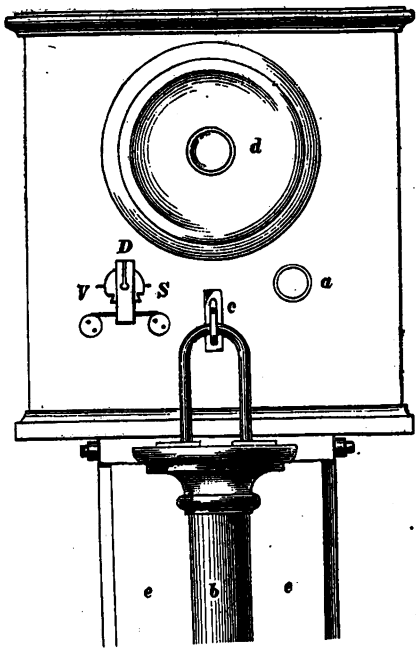


[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Band III, p. 297.

Digitized by Google

Ebonithülse ist eine ringförmige Vertiefung eingedreht, in welche zwei Messingbögen m m eingelegt sind; in m m sind endlich vier Schrauben s eingeschraubt, welche mit ihren Köpfen über die Fläche der Ebonithülse vorstehen und mit den vier Federn 3—6 in Berührung treten können. Der Umschalter ist im Innern an der Vorderwand des Kastens (Fig. 128) befestigt; aus letzterem tritt die Achse mit einem hölzernen Handgriff hervor, hinter welchem eine Stellscheibe mit drei Einschnitten liegt; in die Stellscheibe greift ein an einer Stahlfeder befindliches Prisma ein. Entsprechend den drei Einschnitten der Scheibe gestattet der Umschalter drei Stellungen:

Fig. 128.



1) Der Griff steht senkrecht auf D. Die Federn 1 und 2 sind durch den erstgenannten Messingstift leitend verbunden; 3, 4, 5 und 6 sind isolirt; bei der Zwischenstelle sind, wie aus Fig. 129 zu erkennen ist, nur das Relais R und ein Wecker W_2 eingeschaltet. Die Endstelle hat Sprechstellung nach dem Vermittlungsamte, und wenn in dieser Stellung der Batteriecontact entweder an der Endstelle oder dem Vermittlungsamt geschlossen wird, so hört die Zwischenstelle das für die Endstelle bestimmte Signal.

2) Die Kurbel ist oben nach V gerichtet. Es ist durch m m 3 in Verbindung mit 4, 5 und 6; 1 und 2 sind isolirt; die Zwischenstelle hat Sprechstellung nach dem Vermittlungsamte; die Endstelle kann die Zwischenstelle aufrufen. Das Vermittlungsamt ruft mittelst des Weckers W_1, die Endstelle mittelst W_2 (ohne dass Relais R in Thätigkeit gesetzt wird).

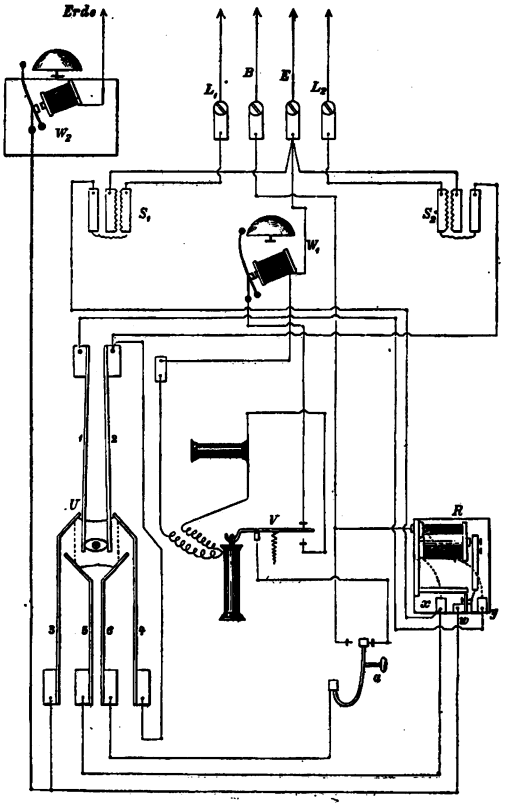
3) Die Kurbel ist oben nach S gerichtet. Es sind in Verbindung 3 mit 5, 4 mit 6; 1 und 2 sind isolirt. Die Zwischenstelle hat Sprechstellung nach der Endstelle. Die Endstelle ruft mittelst W_1, die Ver-

Digitized by Google

mittlungsstelle mittelst W_2 (Relais R wird hiebei nicht in Thätigkeit gesetzt). S_1 und S_2 (Fig. 129) sind Blitzschutzvorrichtungen.

Das Relais bietet keine Eigenthümlichkeiten, der Elektromagnet ist von derselben Construction wie die weiter unten beschriebenen

Fig. 129.



Elektromagnete der Klappenschränke (Fig. 146), nur ist die Rolle mit weniger Umwindungen (etwa 2000) versehen.

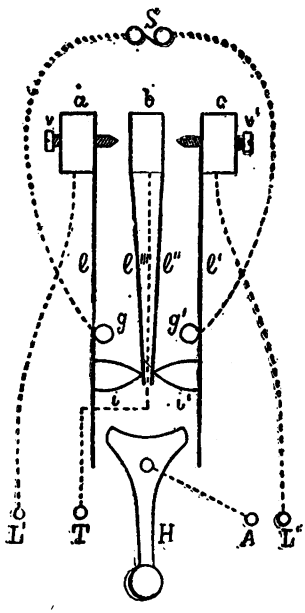
2. Hartmann und Braun's Zwischensprecher.

104. Der in Fig. 130 dargestellte Apparat besteht aus drei auf einem Brettchen befestigten Metallblöcken a, b und c, an welchen vier federnde Metallstreifen angelöthet sind. Die Federn 1 und 1' sind

Digitized by Google

stärker als l'' und l''', so dass sie vermittelst der isolirten Knöpfe i und i' diese letzteren von den Metallcontacten g und g' entfernt halten und ihrerseits mit denselben Contact machen. g und g' sind durch die punktirte Linie in metallischer Verbindung mit dem Wecker s.

Fig. 130.



L' und L'' sind die Endschrauben der beiden Leitungen, T ist Erde und A führt zu den Telephonapparaten der Zwischenstelle. H ist ein doppelarmiger Hebel, dessen kürzerer Arm, nach zwei Seiten sich abzweigend, mit den Federn l und l' Contact machen kann. Dreht man den Hebel nach links, so wird die Feder l' nach rechts gedrückt, verlässt den Metallcontact g', gegen den sich nun die Feder l'' anlegen kann. Entsprechende Aenderungen ergeben sich, wenn man den Hebel H nach rechts dreht. Die drei Blöcke a, b und c sind dadurch gegen Blitzschlag geschützt, dass die beiden spitzen Schrauben v und v' bis auf den Bruchtheil eines Millimeters dem Block b nahe gebracht werden.

Bei der durch die Figur angedeuteten Stellung des Hebels ist das Telephon der Zwischenstelle ausgeschaltet, die beiden Endstellen sind in directer Verbindung mit einander, und der Wecker s allein ist eingeschaltet, um das Endsignal zu geben. Wird der Hebel nach rechts gedreht, so ist die Leitung L' durch a, l, H in Verbindung mit den Apparaten der Zwischenstelle, während die Leitung L'' über c, g', s, g, l''' durch Wecker s zur Erde geht. Dreht man den Hebel nach links, so ist die Leitung in Verbindung mit den Apparaten, und L' geht durch Wecker s zur Erde.

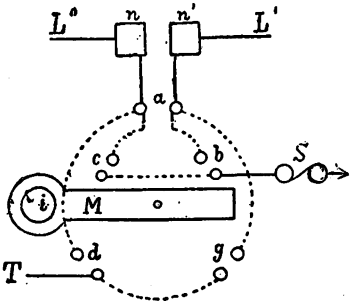
3. Der Zwischensprecher der Bell Telephone Manufacturing Company.

105. Auf einem isolirenden Brettchen sind die Metallknöpfe a, b, c, d und g befestigt (Fig. 131). Die punktirten Linien bezeichnen die Verbindungsdrähte zwischen diesen Metallcontacten, M ist ein doppel-

Digitized by Google

armiger Hebel von nichtleitendem Material, der sich um einen Zapfen im Mittelpunkt dreht. Bei i ist ein Handgriff, mittelst dessen man den Hebel dreht. An der unteren Seite des Hebels sind zwei Federn befestigt, deren eine auf der rechten Seite gegen b und c, die andere links gegen a, d und g anliegt. T ist das Telephon dieser Zwischenstelle, s die Extraglocke, n und n' sind zwei Endsignale, L' und L'' die beiden Leitungen der Endstellen. Wenn man den Hebel über die beiden Contacte b und d bringt, so wird die Leitung L'' mit dem Telephon und L' mit dem Wecker s verbunden; wenn man denselben über c und g bringt, so geht L' zum Telephon und L'' zum Wecker s. Steht der Hebel über a, so sind die Apparate der Zwischenstelle, mit Ausnahme der Endsignale n und n', ausgeschaltet, und die Leitungen L' und L'' sind direct mit einander verbunden. In der durch die Figur angezeigten Stellung des Hebels sind beide Linien zu Zwecken der Prüfung kurz geschlossen.

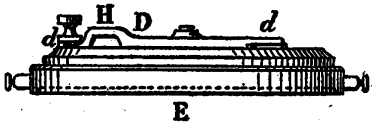
Fig. 131.



4. Der Lassance-Zwischensprecher (belgisches System).

106. Der in den Figuren 132 und 133 abgebildete Apparat besteht aus einem hölzernen Hebel D, der sich über einer aus Isolationsmaterial verfertigten Platte E dreht und an dessen beiden dünngehobelten Enden federnde Kupferstreifen d an der unteren Fläche angebracht sind. Die Aufgabe dieser Streifen ist, einerseits die mit den beiden Leitungen und dem Telephon M der Zwischenstelle in Verbindung stehenden Contacte ab, ac, cb unter einander zu verbinden und andererseits die den Leitungen und einem Extrawecker entsprechenden Contacte as und cs. Um den längeren Arm des Hebels von den Contacten fern zu halten, ist derselbe aufwärts gebogen und kann sonach frei über den letzteren hingleiten.

Fig. 132.



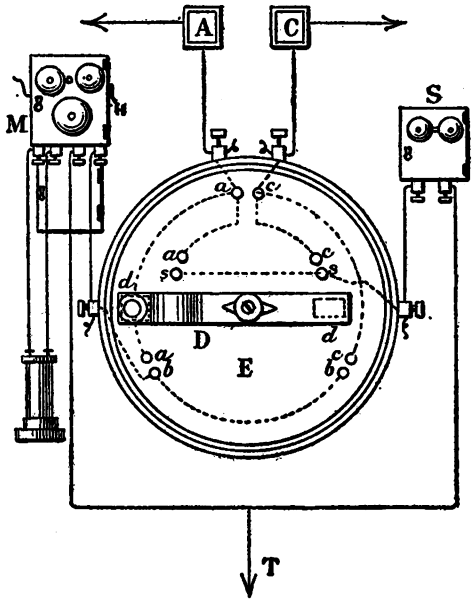
Aus Fig. 133 ist ersichtlich, dass, wenn z. B. zwischen a und b Contact gemacht wird — d. h. wenn die Endstation A mit dem Tele-

Digitized by Google

phon verbunden ist — zu gleicher Zeit auch zwischen C und S Contact entsteht, wodurch die Endstation C mit dem Wecker in Verbindung tritt. Ferner ergibt sich, dass, wenn die Endstellen A und C direct verbunden sind, die Zwischenstelle vollständig aus dem Stromkreis ausgeschaltet ist und die Unterhaltung nicht mit anhören kann.

Sobald jedoch die Unterhaltung beendigt ist, wird die Zwischenstelle durch die beiden Endsignale A und C hievon benachrichtigt.

Fig. 133.



Die in der Figur angezeigte Stellung entspricht dem Kurzschluss der beiden Leitungen.

Herr Rothen, der Director der eidgenössischen Telegraphen, hat einige sehr sinnreiche Apparate für Zwischenstellen construirt, die in dem Capitel XVII über das eidgenössische Telephonsystem näher beschrieben sind.

5. Das System des englichen Post Office.

107. Fig. 134 gibt eine Vorder- und Fig. 135 eine Rückansicht des Umschalters an der Zwischenstation.

1 und 2 (Figuren 134 und 135) sind Federn, die mit den in der

Digitized by Google

Richtung der Centralstelle gehenden Leitungen A und B (Fig. 136) verbunden sind; 7 und 8 sind ähnliche Federn, die mit entsprechenden, in der Richtung der Endstelle gehenden Leitungen in Verbindung stehen. Unterhalb dieser Federn befinden sich Messingblöcke, die mittelst Messingstreifen abwechselnd mit den Klemmen 3 und 6 verbunden sind. Letztere stehen mit den Klemmen einer gewöhnlichen Gleichstromglocke in Verbindung. Auf der Achse des Umschalthebels L ist ein aus zwei von einander isolirten Theilen bestehender Hebezapfen befestigt, an dessen oberer Seite sich die beiden Ansatzstücke a a′ und an dessen unterer Seite sich die beiden Ansatzstücke b b′ befinden. Die beiden Theile sind mittelst der oben erwähnten Federn mit den Klemmen 5 und 4 verbunden, die ihrerseits mit den Klemmen des Telephons in Verbindung stehen.

Fig. 134.

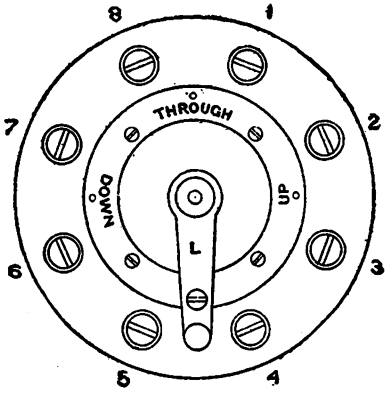
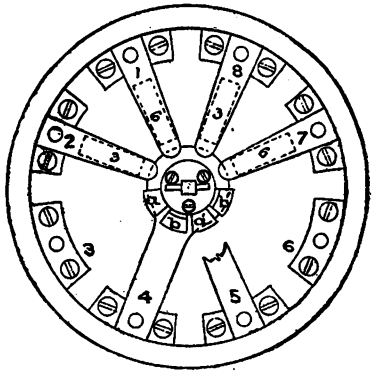


Fig. 135.



Folgendes sind die drei Stellungen, die der Hebel einnehmen kann: Down, Through und Up.

Wenn der Hebel auf „Through“ (Durchsprechstellung) gestellt wird, so befinden sich die sämmtlichen Ansatzstücke unterhalb der Federn und heben dieselben von den unter denselben angebrachten Messingblöcken ab.

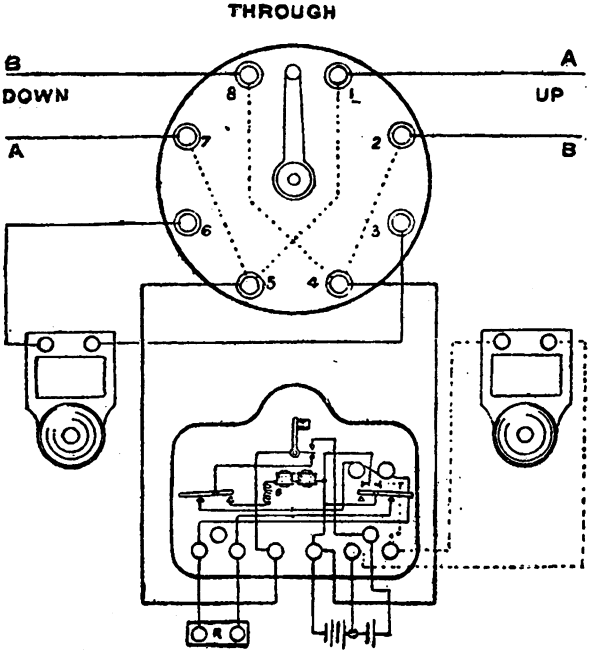
Wird der Hebel auf „Up“ (Sprechstellung in der Richtung der Centralstelle) gebracht, so befinden sich a und b unterhalb 1 und 2, Federn 7 und 8 liegen gegen ihre entsprechenden Messingblöcke 6 und 3 an.

Fig. 136 zeigt die Anordnung eines Apparats an der Zwischenstelle; die punktirten Linien stellen die im Inneren angebrachten Schaltungen vor, wenn der Hebel in der Stellung „Through“ sich befindet.

Digitized by Google

In dieser Stellung haben wir eine ununterbrochene Leitung A durch die Klemmen 1, 5 und 7 und eine ununterbrochene Leitung B durch die Klemmen 2, 4 und 8; das Telephon mit Relais und Wecker (rechter Hand) ist zwischen den Leitungen A und B, bezw. 5 und 4

Fig. 136.



eingeschaltet. Der zweite Wecker auf der linken Seite ist in diesem Falle ausgeschaltet.

Wird der Umschalthebel auf „Down“ und „Up“ gestellt, so verändern sich die Schaltungen in der durch die Figuren 137 und 138 dargestellten Weise. In der Stellung „Down“ (Fig. 137, Sprechstellung in der Richtung der Endstelle) bleiben die von der Endstelle kommenden Leitungen mit dem Telephon (5 und 4) verbunden, während die nach der Centralstelle gehenden Leitungen mit der Extraglocke (6 und 3) ver-

Fig. 137.
Down.

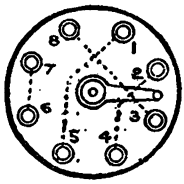
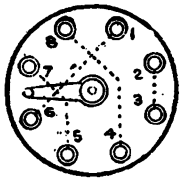


Fig. 138.
Up.



Digitized by Google

bunden sind. Die Zwischenstelle kann nun von der Endstelle gerufen werden und mit derselben sprechen; die Centralstelle kann die Zwischenstelle mittelst der Extraglocke rufen. In der Stellung „Up" (Fig. 138, Sprechstellung in der Richtung der Centralstelle) sind die Bedingungen umgekehrt; die Centralstelle (oder eine in der Richtung der Centralstelle gelegene Fernsprechstelle) kann die Zwischenstelle rufen und mit derselben sprechen, während die Endstelle nur mittelst der Extraglocke rufen kann.

Capitel XIV.

Centralstellen.

Das deutsche System.

108. Wie in der Telegraphie, so werden auch in der Telephonie verschiedene Verfahren in verschiedenen Ländern befolgt. Was jedoch die leitenden Grundzüge anbelangt, so unterscheiden sich die verschiedenen Verfahren nur dadurch, dass das eine oder das andere zweier leitenden Principe befolgt wird.

Dem einen Verfahren gemäss ruft der Theilnehmer, der mit einem anderen in Verkehr treten will, zuerst die Centralstelle auf; sobald er eine Antwort erhalten hat, theilt er die Nummer des Theilnehmers, mit dem er sich unterhalten will, dem Beamten der Centralstelle mit; letzterer ruft nun die angegebene Nummer auf und verbindet, nach Empfang einer Antwort von dem gerufenen Theilnehmer, die zu den Theilnehmern führenden Leitungen.

Das zweite Verfahren besteht darin, dass der rufende Theilnehmer wiederum die Nummer des gewünschten Correspondenten der Centralstelle mittheilt, worauf der Beamte sofort die beiden Abonnentenleitungen verbindet (vorausgesetzt, dass die Leitung des gerufenen Theilnehmers nicht in Anspruch genommen ist), und nun bleibt der Aufruf sowohl als der weitere Verkehr dem rufenden Theilnehmer überlassen.

In beiden Fällen muss letzterer die Centralstelle durch ein vorgeschriebenes Signal von dem Ende der Unterhaltung benachrichtigen. Sobald dies geschehen ist, werden die Abonnentenleitungen wieder getrennt und in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzt.

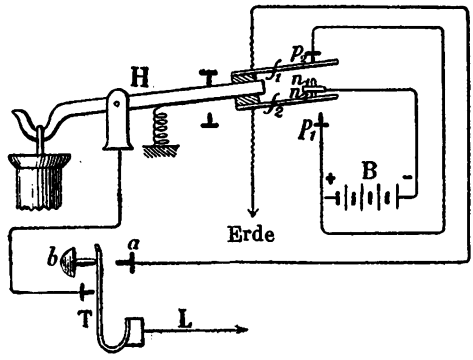
Das erstere Verfahren war anfänglich in allgemeinem Gebrauch und findet sich jetzt noch in vielen Centralstellen; es bietet den Vortheil dar, dass an der Centralstelle das gleiche Signal, sowohl zum Aufruf als auch zur Anzeige der Beendigung des Gespräches dienen

Digitized by Google

kann, ohne dass eine Verwechslung der beiden Signale zu befürchten ist. Andererseits erfordert dieses Verfahren ein zahlreicheres Personal und die Betriebskosten werden hiedurch bedeutend erhöht. Aus diesen Bemerkungen gehen die Vor- und Nachtheile des zweiten Verfahrens deutlich hervor, und bei der Wahl zwischen den beiden Verfahren handelt es sich eben darum, ob Sicherheit oder Billigkeit des Betriebs in erster Linie in's Auge zu fassen ist.

109. Auf den frühesten amerikanischen Centralstellen waren ausser den Aufrufsignalen für jeden Theilnehmer noch eine Anzahl sogenannter „Clearing-out relays", Endsignale, vorhanden, welche das Ende des Gespräches anzeigten. Die Anzahl dieser Apparate ist eine beschränkte, wo es sich um einen beschränkten Telephonverkehr handelt; ist jedoch dieser Verkehr ein sehr lebhafter, so nehmen diese Apparate

Fig. 139.



und damit auch die Kosten der Anlage bedeutend zu. Es war desshalb von grosser Wichtigkeit, ein Verfahren zu ersinnen, mittelst dessen man das Aufruf- und Endsignal mit Sicherheit unterscheiden konnte, während man sich der gleichen Vorrichtung für beide Zwecke bediente. Diese Absicht hat man auf den deutschen Centralstellen in folgender Weise erreicht: Zwei äusserst biegsame Federn f_1 und f_2 (Fig. 139) sind an dem zur Aufhängung des Telephons dienenden Hebel befestigt und sowohl von letzterem als auch von einander isolirt. Eine dieser Federn ist mit der Erde verbunden, die andere mit dem Contact a des Tasters T; b ist der Tasterknopf. Wenn der Fernsprecher aufgehängt ist, d. h. wenn der Apparat sich im Ruhezustand befindet, liegt die Feder f_2 gegen die Contactschraube n_2 an und Feder f_1 gegen Schraube p_2; nimmt man den Fernsprecher vom Haken, so legen sich die Federn f_1 und f_2 gegen n_1 und p_1. Nun sind aber die Schrauben p_1

Digitized by Google

und p_2 in Verbindung mit dem positiven und n_1 und n_2 mit dem negativen Pol der Aufrufbatterie B, und demnach geht ein positiver Strom auf die Leitung über, wenn man den Taster T niederdrückt, vorausgesetzt das Telephon ist aufgehängt, während ein negativer Strom übergeht, sobald der Fernsprecher vom Haken abgenommen wird. Der Signalapparat an der Centralstelle muss demnach so eingerichtet sein, dass er nur durch einen positiven, von der Sendstelle ausgehenden Strom in Thätigkeit gesetzt wird.

Folgendes ist sonach der Verlauf des Telephonverkehrs:

Der rufende Theilnehmer drückt auf den Tasterknopf; ein positiver Strom fliesst durch die Leitung zur Centralstelle und läutet dort die Glocke. Der Theilnehmer nimmt nun seinen Fernsprecher vom Haken und gibt der Centralstelle die nöthige Anweisung. Sobald er von letzterer die Antwort erhält, dass die gewünschte Verbindung hergestellt ist, drückt er von neuem auf den Tasterknopf um seinen Correspondenten aufzurufen, behält jedoch sein Telephon die ganze Zeit in der Hand. Ein negativer Strom geht nunmehr zur Leitung und läutet die Glocke bei dem gerufenen Theilnehmer, ohne jedoch den polarisirten Wecker der Centralstelle in Thätigkeit zu setzen. Sobald das Gespräch beendigt ist, wird das Telephon wieder aufgehängt und der Tasterknopf niedergedrückt, um das Endsignal zu geben. Ein positiver Strom wird hiedurch in die Leitung gesandt, läutet den Wecker der Centralstelle und benachrichtigt den Beamten in unzweideutiger Weise, dass das Gespräch beendigt ist.

110. Es kommt häufig vor, dass der Theilnehmer in der Eile das Endsignal vergisst. Um irgend welche Störung, die sich aus solcher Nachlässigkeit ergeben könnte, zu vermeiden, ist der Hebel H mit einer Vorrichtung versehen, mittelst deren, beim Aufhängen des Fernsprechers, das Endsignal automatisch gegeben wird. Dies erzielt man, indem man an dem Hebel H eine Nase N (Fig. 140) befestigt, die sich in solcher Weise bewegt, dass sie beim Abnehmen des Telephons leicht an einem isolirten, am freien Ende der Feder g befestigten Knopfe i vorübergleiten kann. Hängt man das Telephon auf, so bewegt sich die Nase N mit dem Hebel aufwärts und drückt die mit der Leitung verbundene Feder g gegen die Contactschraube h, welche mit dem positiven Pole der Batterie in leitender Verbindung steht.

Um den negativen Pol der Batterie während der Aufwärtsbewegung der Nase N und der darauf folgenden Oscillation der Federn f_1 und f_2 (Fig. 139) in Verbindung mit der Erde zu halten, wendet man ein in Fig. 141 angedeutetes Verfahren an. Eine zweite mit der Erde verbundene Feder g_1, die der Feder g ähnlich ist, wird durch die

Digitized by Google

Nase N gegen eine, mit dem negativen Pole der Batterie verbundene Contactschraube angepresst. Oder auch eine mit der Erde verbundene Feder h (Fig. 142) wird in solcher Weise am Taster befestigt, dass beim Niederdrücken desselben der Contact zwischen der Feder und

Fig. 140.

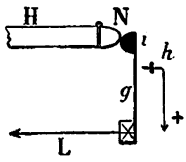


Fig. 141.

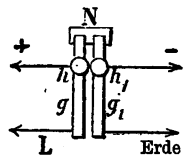
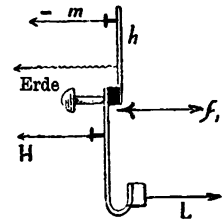


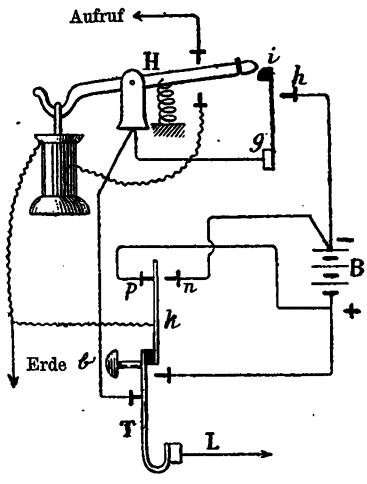
Fig. 142.



der Contactschraube m unterbrochen wird. Letztere ist mit dem negativen Pole der Batterie leitend verbunden.

Die oben beschriebenen Vorrichtungen und Modificationen, welche gleichnamige Ströme zum Aufruf der Centralstelle sowohl als der Theilnehmer, und Ströme entgegengesetzer Richtung nur für die Endsignale verwenden, ermöglichen eine bedeutende Vereinfachung der Theilnehmerapparate.

Fig. 143.

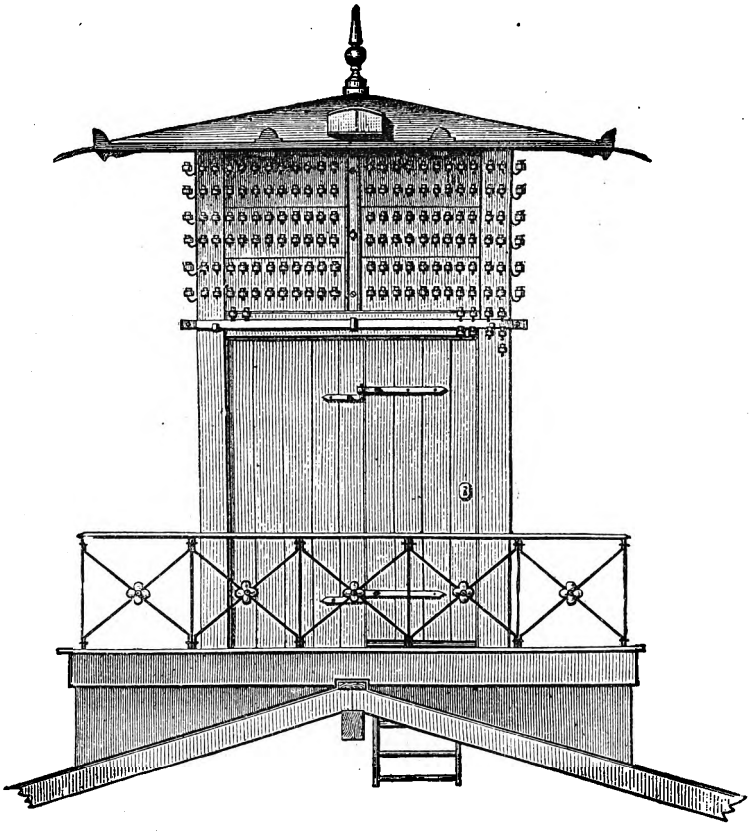


Wie sich aus Fig. 143 ergibt, ist es nur nöthig, dass beim Niederdrücken des Tasters T, welcher dem Taster der Fig. 139 ganz analog construirt ist, eine in dauernder Verbindung mit der Erde stehende isolirte Feder h in Bewegung gesetzt werde. Letztere drückt im Ruhezustand gegen einen mit dem positiven Pole verbundenen Contact p, während sich der Taster beim Niederdrücken gegen eine mit dem negativen Pole verbundene Contactschraube n anlegt. Der Hebel H zur Aufhängung des Fernsprechers ist mit einer Nase versehen, die sich nur aufwärts bewegen kann (Fig. 143) und die beim Aufhängen des Telephons die Feder g gegen die Contact-

Digitized by Google

schraube h andrückt. Die Feder g mit dem isolirten Knopf i ist durch die Achsenlager des Hebels H in leitender Verbindung mit dem negativen Pole der Batterie B. Wie sich aus der Figur ergibt, so geht beim Niederdrücken des Tasters ein positiver Strom zur Leitung, welches auch die Stellung des Hebels sein mag; durch die Aufhängung

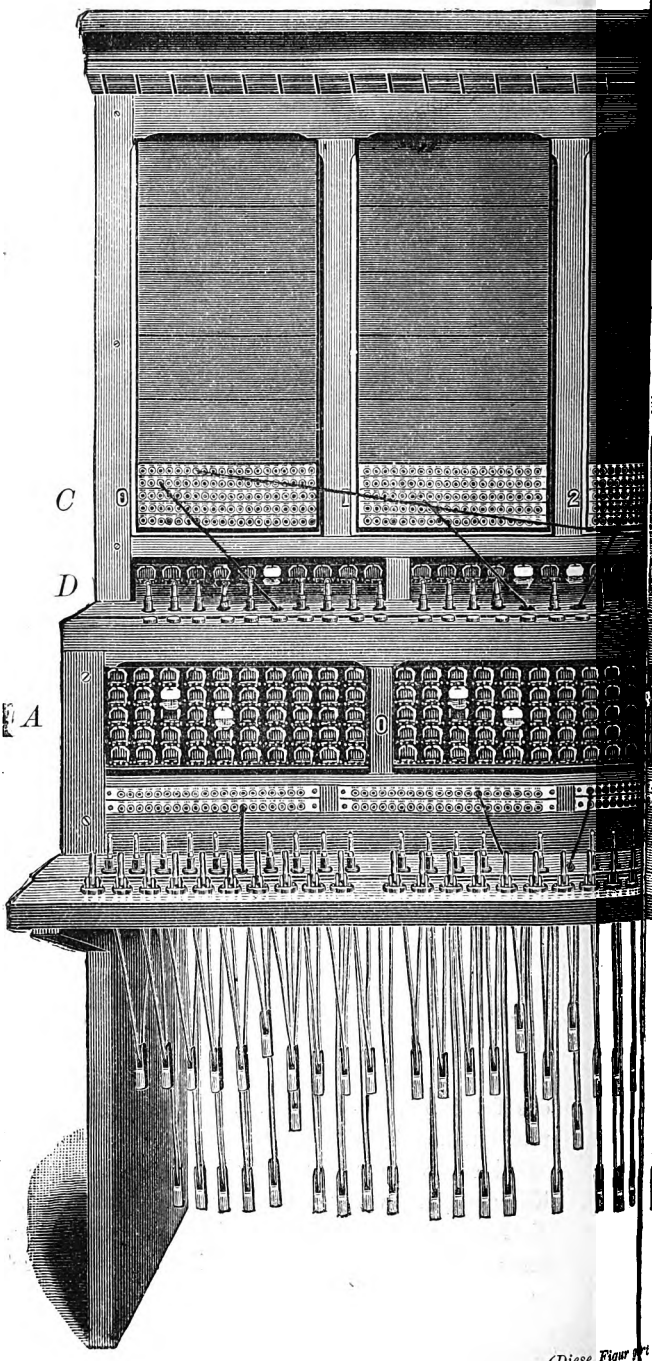
Fig. 144.



des Telephons jedoch wird die Feder gegen die Schraube h angedrückt und ein negativer Strom geht in die Leitung.

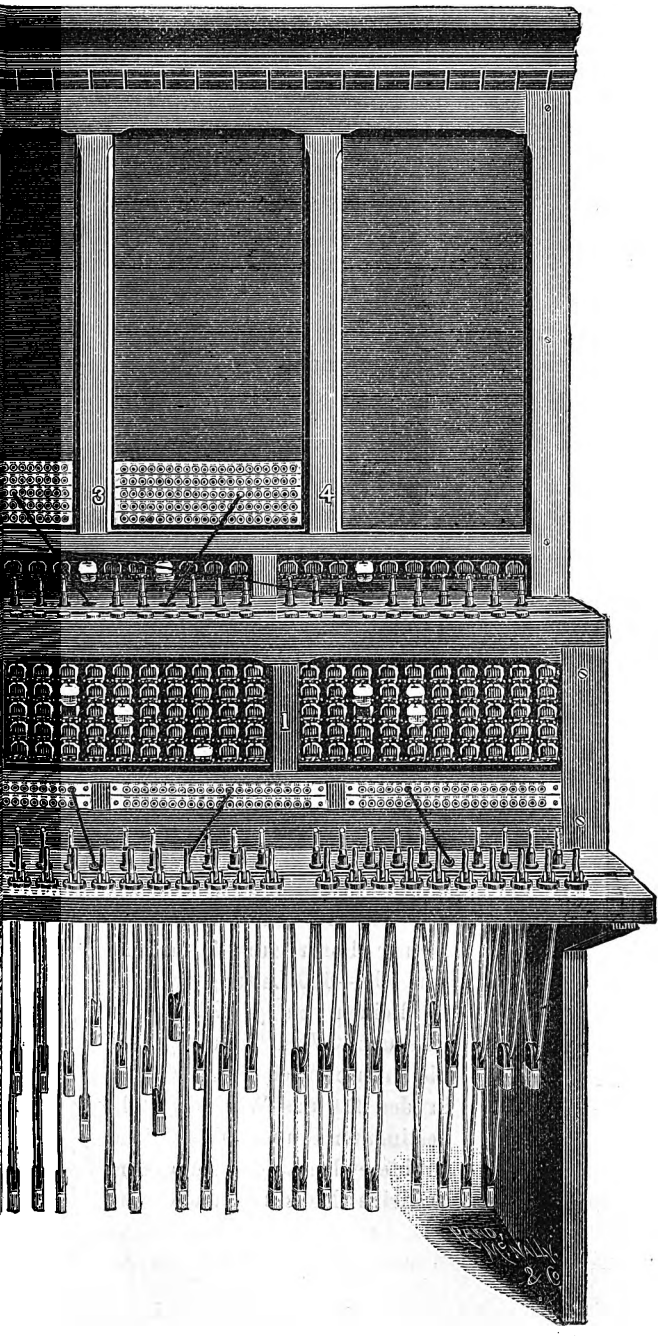
Der erstere Strom erzielt an der Centralstelle das Fallen einer Klappe oder, was diesem noch vorzuziehen ist, das Erscheinen einer die Nummer des rufenden Theilnehmers tragenden Scheibe; der letztere Strom bringt die Scheibe in ihre ursprüngliche Lage zurück. Das

Digitized by Google



(Diese Figur

52.



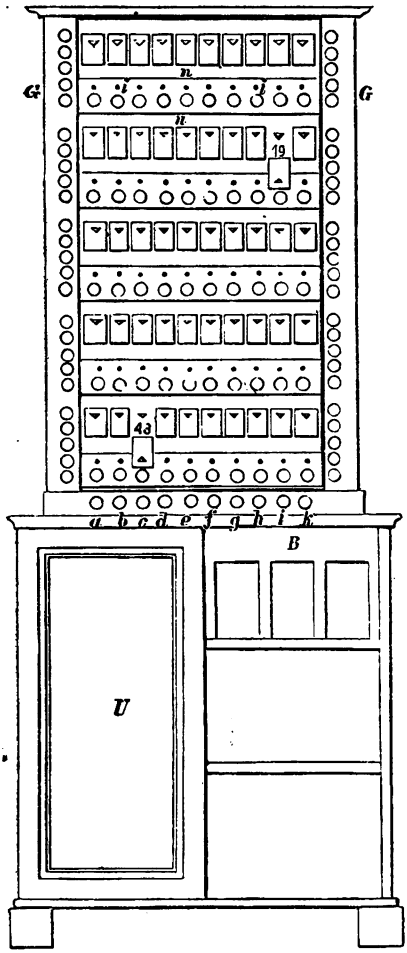
zur Seite 176.)

Digitized by Google

Scheibensignal ist der Klappe desshalb vorzuziehen, weil es eines weniger starken Stromes bedarf.

Nachdem wir nun gezeigt, wie sich eine nahezu absolute Sicherheit in der Uebertragung und im Empfang der Signale erzielen lässt, gehen wir zur Beschreibung einer Centralstelle über, wie solche von dem Reichspostamt in Berlin betrieben wird.

Fig. 145.



A. Anordnung der Leitungsdrähte.

111. Ein hölzerner Thurm (Fig. 144) ist auf dem Dache der Centralstelle errichtet und die Gestänge, an welchen die Drähte befestigt sind, sind in Form eines Vierecks oder eines Achtecks um denselben herum gruppirt. Die Grundfläche des Thurms bildet ein Quadrat von 2.2 m Seitenlänge, seine Höhe über der Plattform beträgt etwa 4 m. Im Dach des Thurms sind zwei Oberlichter und in der Seitenwand ist eine Thür angebracht. Im oberen Theile des Thurms sind Isolatoren kleiner Form zur Aufnahme von 500—600 Leitungsdrähten in Reihen zu je 22 eingeschraubt. Vom Thurm gehen die Drähte durch einen Schacht in den für das Wechselgestell bestimmten Raum. Die blanken Drähte enden an den Isolatoren des Thurms und von dort gehen vieradrige Bleikabel nach den Klappenschränken.

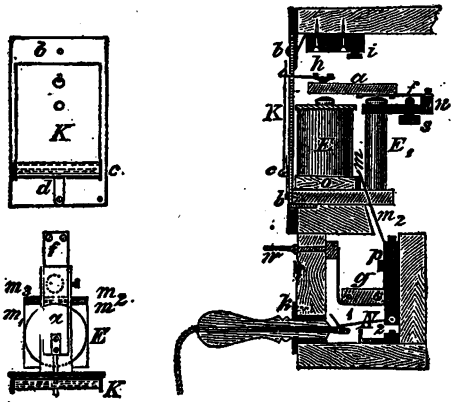
Digitized by Google

B. Das Wechselgestell (Klappenschrank).

112. Das Wechselgestell ist ein Apparat, welcher jeden Theilnehmer des Telephonnetzes in den Stand setzt, die Centralstelle aufzurufen und in Verkehr mit derselben zu treten, und ferner den Beamten der Centralstelle in Stand setzt, die Verbindung irgend zweier Abonnentenlinien auf die kürzeste und sicherste Art auszuführen. Für den erstgenannten Zweck muss das Wechselgestell für jede einzelne Leitung einen besonderen Elektromagnet enthalten, welcher durch den von einer Sprechstelle kommenden Strom in Thätigkeit gesetzt wird und ein leicht sichtbares und auch hörbares Signal gibt.

Die Vorderansicht eines Klappenschranks für 50 Theilnehmer ist in Fig. 145 gegeben. Derselbe enthält 50 Klappen mit Elektromagneten von der in Fig. 146 angegebenen Construction, die in 5 horizontalen Reihen von je 10 angeordnet sind.

Fig. 146.



Die Klappe, die in Fig. 146 in Vorderansicht, Grundschnitt und Durchschnitt dargestellt ist, besteht aus dem Anker a eines Elektromagnets E (3500 Drahtwindungen, 150 Ohm), welcher eine um c bewegliche Platte loslässt, wenn ein Aufruf erfolgt. Die niederfallende Platte legt sich gegen einen Messingstift w an und schliesst dadurch eine Localbatterie, in welcher eine Signalglocke eingeschaltet ist. Die Vorrichtung, mittelst deren man die Verbindung zweier Theilnehmer herstellt, wird Stöpselloch, auch Jack-Knife oder Jack-Spring genannt, und besteht aus einer Klinke N, die aus zwei winklig gebogenen Messingschienen zusammengesetzt ist.

Die untere Schiene, Nr. 2, ist an dem Holzrahmen des Schrankes befestigt, während die obere Schiene, Nr. 1, um ein Charnier beweglich mit einer Messingplatte p verbunden ist. Eine am Charnier befestigte Spiralfeder drückt die obere gegen die untere Schiene, letztere ist mit der Erde verbunden. Unmittelbar vor der Klinke ist eine mit

Digitized by Google

Messing beschlagene Oeffnung k zur Aufnahme des Stöpsels. Im Ruhezustand geht der ankommende Strom über m_3 m_1, dann durch den Elektromagnet E weiter nach m_1, m_2, p, 1 und 2 und schliesslich bei N zur Erde; der Anker a wird angezogen und das Häkchen h lässt die Fallscheibe los.

113. Zur Herstellung der Verbindung benutzt man eine aus dünnen Kupferdrähten bestehende und mit Wolle oder Seide umsponnene Schnur (vgl. § 96). Zur Verbindung zweier Leitungen benutzt man eine Schnur mit einem Stöpsel an jedem Ende, während man zur Verbindung einer Leitung mit dem Telephonapparat eine Schnur mit einem Stöpsel am einen und einem einfachen Kupferdraht am anderen Ende benutzt. Der Stöpsel (Fig. 147) lässt sich in die Oeffnung k bis zum Ansatzpunkt b seines Heftes einführen. Der 4 mm dicke und an seinem Ende geschärfte Drahtstift a ist in metallischer Verbindung mit der biegsamen Schnur und auch mittelst einer Schraube mit einem das Heft bei b umgebenden Messingring. Der Stift a des eingeführten Stöpsels hebt den oberen Theil 1 der Klinke N in die Höhe und isolirt denselben von Erde 2, während er selbst mit 1 in Verbindung bleibt und dasselbe mittelst der biegsamen Schnur mit einem zweiten Apparat oder einer zweiten Klappe verbindet.

Fig. 147.

Fig. 148.

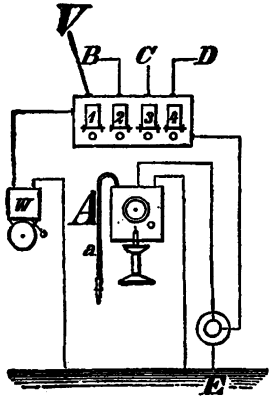


Fig. 148 zeigt die Art und Weise der Verbindung mittelst eines Klappenschranks zwischen einer Sprechstelle A und einer Centralstelle V und auch mit den Sprechstellen B, C, D und ferner die Verbindung letzterer Sprechstellen mit der Centralstelle V und unter einander. Bei A ist eine gewöhnliche Sprechstelle mit einer Schnur a, einem Wecker W in einem localen durch die Fallscheibe geschlossenen Stromkreis; A wird mit V verbunden, indem man den Stöpsel a in das Stöpselloch 1 einführt; die anderen Leitungen werden mit V oder unter einander durch eine Schnur mit 2 Stöpseln verbunden. A kann auch mit B, C etc. verkehren.

114. Wenn die Anzahl der Theilnehmer einer Centralstelle keine grosse ist, wenn sie z. B. 100 nicht übersteigt, so kann man zwei Theil-

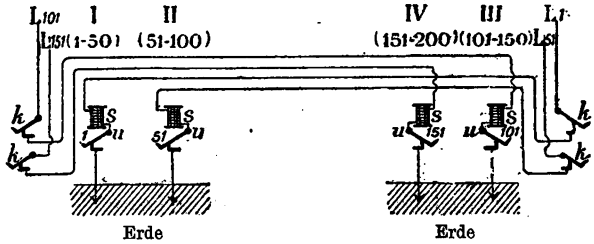
Digitized by Google

nehmer ohne irgend welche Schwierigkeit mit einander verbinden. Die beiden für 50 Theilnehmer bestimmten Klappenschränke können so gestellt werden, dass selbst die zwei am weitesten von einander entfernten Klinken durch die biegsame Schnur mit einander verbunden werden können.

Wenn die Anzahl der Theilnehmer 200 erreicht, so kann man die Verbindungen in derselben einfachen Weise ausführen, indem man ausser den vier, die nöthige Anzahl von Klappen und Klinken enthaltenden Wechselgestellen noch Extraklinken verwendet.

Die Anordnung einer solchen Centralstelle ist in Fig. 149 dargestellt. Die vier, für je 50 Theilnehmer bestimmten Klappenschränke sind in Gruppen von je 2 so aufgestellt, dass eine directe Verbindung der zu jeder Gruppe gehörigen Leitungen sich leicht mittelst der biegsamen Schnüre bewerkstelligen lässt. Neben den Klappenschränken

Fig. 149.



1 und 2, welche die Klappen S nebst den Klinken u zur Verbindung von Nr. 1—50 und Nr. 51—100 enthalten, sind Extragestelle mit je 50 Klinken k aufgestellt. In gleicher Weise werden Extraklinken neben der zweiten Gruppe der Klappenschränke 3 und 4 aufgestellt. Aus der Fig. 149 ist ersichtlich, dass die zu einer Gruppe von Klappenschränken gehörigen Leitungen in erster Linie nach den Klinken k der zweiten Gruppe gehen und erst von dort nach den Elektromagneten ihrer eigenen Klappen. Mit einer solchen Anordnung lässt sich die Verbindung irgend zweier Leitungen leicht bewerkstelligen. Der Beamte hat sich, ehe er Verbindung macht, nur davon zu überzeugen, dass die zu einer anderen Gruppe gehörige Leitung nicht schon in Anspruch genommen ist; dies kann er ohne Zeitverlust thun, vorausgesetzt, dass die Schränke in gehöriger Weise aufgestellt sind.

Anders verhält es sich jedoch, wenn die Anzahl der Theilnehmer 200 übersteigt. In diesem Falle muss der Beamte, um zu ermitteln, ob die zum Bereiche eines anderen Beamten gehörige Leitung frei

Digitized by Google

ist, von einer Seite des Raumes nach der anderen hinrufen und muss ausserdem von seinem Platze aufstehen, um die Verbindung herzustellen. Nun kann während seiner Abwesenheit ein anderer Aufruf erfolgen und ein zweiter Beamter muss desshalb so lange seinen Platz einnehmen. Die Nachtheile dieses Systems sind desshalb unvermeidlicher Lärm und eine gewisse Confusion, welche den Betrieb stören, und die Nothwendigkeit eines zahlreicheren Dienstpersonals, wodurch die Betriebskosten bedeutend erhöht werden.

Ein anderer Ausweg wäre die Errichtung einer Anzahl von Centralstellen in verschiedenen Theilen der Stadt. Allein dies würde dem Zwecke nur dann entsprechen, wenn alle diejenigen Theilnehmer, die am häufigsten mit einander verkehren, derselben Centralstelle angehörten. Ausserdem würden sich durch Vervielfältigung der Centralstellen die Anlagekosten und die Betriebskosten so ausserordentlich vermehren, dass man den Abonnementspreis erhöhen müsste und dass sich die Anlagen nicht mehr rentiren würden. Die practische Lösung aller dieser Schwierigkeiten hat man in der Verwendung der Multipelgestelle gefunden.

Capitel XV.

Das Multipelgestell der Western Electric Company.

115. Das Multipelgestell, wie das Telephon selbst und viele andere Verbesserungen dieses Instruments, ist eine amerikanische Erfindung und wurde von der Western Electric Company schon im Jahre 1879 patentirt. Es gereicht dieser Gesellschaft zu grosser Ehre, dass sie zu einer Zeit, da das Telephon selbst noch in seiner Kindheit war, die Nothwendigkeit eines derartigen Apparates voraussah. Solange die Anzahl der Theilnehmer an den verschiedenen Centralstellen eine beschränkte war, hat man sich mit den älteren Formen der Klappenschränke beholfen; in neuester Zeit jedoch, in Folge der ausserordentlichen Verbreitung der Telephonnetze, ist die Verwendung des Multipelgestells zur förmlichen Nothwendigkeit geworden, und so finden wir auch, dass dasselbe an allen Centralstellen von bedeutendem Umfang eingeführt wird.

Die Verbindungen werden auf dieselbe Art ausgeführt wie in den älteren Centralstellen, nur lassen sie sich in kürzerer Zeit bewerk-

Digitized by Google

stelligen, der Beamte braucht von dem Platze, den er an irgend einer Abtheilung des Gestelles einnimmt, nicht aufzustehen und die Anordnung der Drähte ist, obgleich complicirt, dennoch leicht verständlich.

Fig. 150 ist eine skizzenförmige Darstellung einer Centralstelle. A, B und C sind drei Abtheilungen eines Wechselgestells, an welchen die Leitungen der verschiedenen Theilnehmer angebracht sind. In der Skizze werden drei Theilnehmer für jedes Gestell angenommen, während ein Multipelgestell gewöhnlich 200 in jeder Abtheilung hat.

Fig. 150.

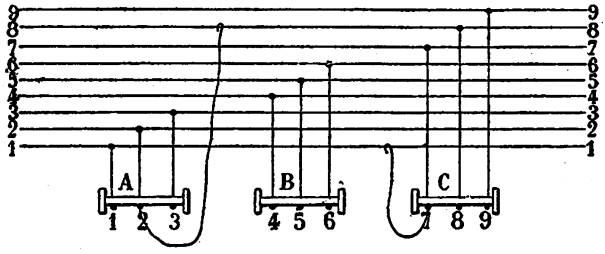
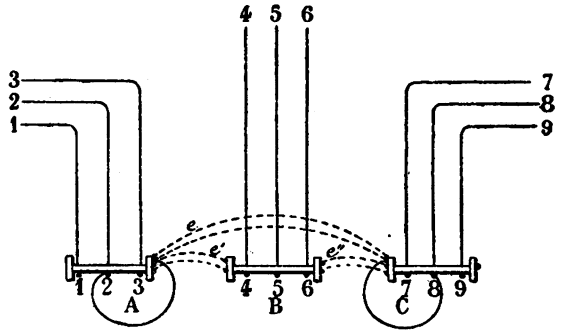


Fig. 151.



Die gesammten Leitungsdrähte aller Theilnehmer laufen auf der Rückseite an allen Gestellen vorüber, während auf der Vorderseite Contactvorrichtungen angebracht sind, mittelst deren der Beamte irgend einen der zu seiner Abtheilung gehörigen Theilnehmer mit irgend einem anderen Theilnehmer der Centralstelle verbinden kann, ohne sich an einen anderen Beamten zu wenden, oder von seinem Platze aufzustehen.

So z. B. wenn der Theilnehmer Nr. 2 mit Nr. 8 sprechen will, so braucht der Beamte das Gestell C nicht hievon zu benachrichtigen;

Digitized by Google

er führt ganz einfach einen Stöpsel in das Stöpselloch ein und verbindet Nr. 2 mit dem Leitungsdraht Nr. 8, der im Bereiche seiner Hand gelegen ist, mittelst einer biegsamen Leitungsschnur, wie dies in der Figur angedeutet ist.

Auf dieselbe Art hat der Beamte des Gestells C die Verbindung zwischen Nr. 7 und Nr. 1 hergestellt. Der Unterschied zwischen diesem System und dem bisher befolgten ist durch Vergleichung der Figuren 150 und 151 ersichtlich. Letztere stellt einen Klappenschrank älterer Construction dar, in welchem eine gewisse Anzahl von Leitungen einem speciellen Schranke zugetheilt sind, ohne an den übrigen Schränken vorbeizugehen. Um die Verbindung zwischen Nr. 2 und Nr. 8 herzustellen, muss Nr. 2 mittelst der Verbindungsschnüre mit einem speciellen Drahte verbunden werden, der nach dem Schranke C führt, und dort muss die Verbindung mittelst einer zweiten Schnur zwischen C und 8 endgültig ausgeführt werden. Eine ähnliche Manipulation ist beim Aufheben der Verbindung nöthig.

116. Fig. 152 (p. 168 und 169) zeigt ein für die Stadt Milwaukee von der Western Electric Company construirtes Multipelgestell. Ein jeder Beamte hat ein ähnliches Gestell vor sich. Die 200 Leitungsdrähte der Theilnehmer, die er zu besorgen hat, gehen durch die Klappen der Abtheilung A. Alle die übrigen Drähte der gesammten Centralstelle sind, jeder für sich, mit den Stöpsellöchern der oberen Abtheilung C in Verbindung. Letztere sind nach Hunderten in solcher Art gruppirt, dass der Beamte leicht den gewünschten Draht finden kann.

In der Abtheilung D sind die Schlussklappen, mittelst deren der Theilnehmer das Ende des Gespräches anzeigt. Die Stöpsel, durch deren Einführung in die Stöpsellöcher Verbindung hergestellt wird, sind an biegsamen Schnüren befestigt, die durch Laufzüge gespannt gehalten werden. Die Klappen sind von ähnlicher Construction, wie die schon oben (§ 111) beschriebenen.

117. Die Stöpsellöcher sind in den Figuren 153 und 154 dargestellt. Der Liniendraht tritt durch die Phosphorbronzefeder R (Fig. 153) ein, die isolirt ist und an der Contactschraube Y anliegt. Letztere ist gleichfalls isolirt, steht jedoch mit der Fortsetzung der Linie L durch den Metallstreifen F in Verbindung.

Im Ruhezustand geht demnach die Linie direct durch das Stöpselloch hindurch und nach dem Stöpselloch gleicher Nummer in einer anderen Abtheilung des Gestells; sobald aber der Stöpsel in das Stöpselloch gesteckt wird (Fig. 154), geht der von der Linie kommende Strom durch die Feder R und den Metallknopf P des Stöpsels in den Leitungsdraht der Verbindungsschnur C. In dieser Lage ist der

Digitized by Google

Metallstreifen F vollständig isolirt. Fig. 155 zeigt die Verbindung von Stöpsellöchern gleicher Nummer, aber in drei verschiedenen Abtheilungen des Gestells gelegen, A, B, C.

Der vom Theilnehmer ausgehende Liniendraht L geht durch die Blitzschutzvorrichtung P und dann auf der Rückseite sämmtlicher

Fig. 153.

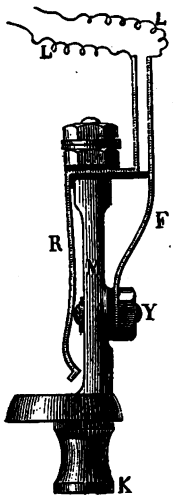
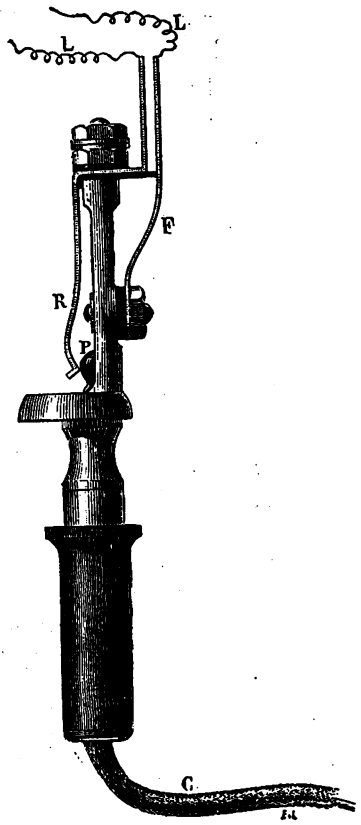


Fig. 154.



Gestelle durch alle Stöpsellöcher gleicher Nummer, ohne deren Masse zu berühren, und schliesslich durch den Elektromagnet G der Klappe bei E zur Erde.

Steckt man jedoch einen Stöpsel in eines der Stöpsellöcher (z. B. in das des Gestells B, wie in der Fig. 155 angedeutet), so geht die Linie direct durch den Stöpsel in die Verbindungsschnur.

Digitized by Google

Ferner zeigt die Figur, dass alle Metallkörper der Stöpsellöcher gleicher Nummer auf verschiedenen Gestellen mittelst eines Drahtes T verbunden sind. Hiedurch wird der Beamte in Stand gesetzt, sich davon zu überzeugen, ob die Linie, mit welcher er Verbindung her-

Fig. 155.

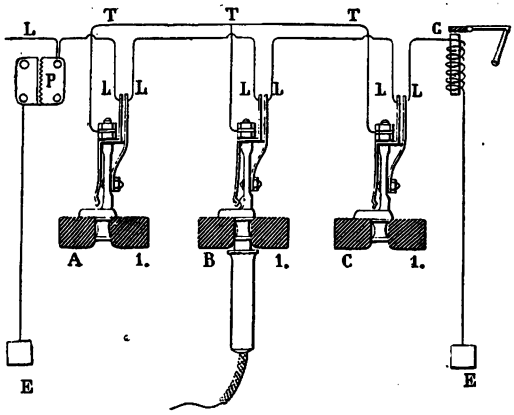
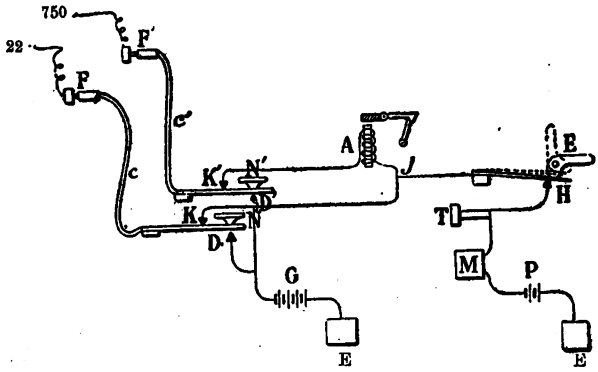


Fig. 156.



stellen soll, in Anspruch genommen ist oder nicht. Ist die Linie frei, so ist der Metallkörper des Stöpselloches und folglich dessen äusserer Metallring nicht mit der Erde verbunden, und der Beamte hört kein Geräusch im Telephon, wenn er den Metallkörper des Stöpselloches mit dem Stöpsel berührt. Ist jedoch der Theilnehmer, den er rufen will, schon im Gespräch mit einem anderen Theilnehmer, so wird das

Digitized by Google

Stöpselloch durch Berührung mittelst des Stöpsels mit des Theilnehmers Erdleitung in Verbindung gesetzt, und der Beamte hört ein Geräusch im Telephon, das ihn benachrichtigt, dass die Linie besetzt ist.

118. Die Art und Weise, wie zwischen den Theilnehmern Verbindung gemacht wird, ist durch Fig. 156 erläutert, in welcher die Aufruftaster, die Schlussklappe und des Beamten Fernsprecher im Umriss dargestellt sind.

Angenommen, Theilnehmer 22 habe gerufen. Die Fallscheibe seiner Klappe fällt an der Centralstelle; der Beamte steckt den Stöpsel F in Stöpselloch Nr. 22, legt den Hebel E der Sprechvorrichtung um, wodurch bei H Contact gemacht und das Telephon T eingeschaltet wird, hält das Telephon an's Ohr und nimmt mittelst des Transmitters M den Auftrag des rufenden Theilnehmers entgegen. Angenommen, derselbe wolle mit Nr. 750 sprechen. Dann nimmt der Beamte den Stöpsel F', der am anderen Ende der den Stöpsel F tragenden Verbindungsschnur sich befindet, und berührt damit das Stöpselloch 750, während er das Telephon an's Ohr hält. Hört er kein Geräusch, so ist die Linie frei, er steckt den Stöpsel in's Stöpselloch und drückt auf den Taster N'. Hiedurch wird der Strom der Stromquelle G (die entweder ein Magneto oder eine Batterie mit Polwechsler sein kann) durch den Contact D' in die Linie 750 gesandt und der Theilnehmer gerufen. Sobald der Beamte den Taster N' nachlässt, ist die Verbindung der beiden Theilnehmer durch die Klappe A hergestellt.

Folgendes ist der Stromlauf:

Vom Theilnehmer 22 durch Schnur C, Tasterfeder N, Contact K, Klappe A, Contact K', Taster N', Schnur C' und Linie 750.

Das Telephon T befindet sich noch auf einer Nebenleitung bei J zwischen der Linie der beiden Theilnehmer und der Erde; sobald jedoch der Beamte sich überzeugt hat, dass das Gespräch begonnen, bringt er den Hebel E in seine ursprüngliche Lage zurück und schaltet so die Sprechvorrichtung wieder aus.

Wenn das Gespräch zu Ende ist, drehen die Theilnehmer die Kurbeln ihrer Magnetos, die Klappe A fällt, und der Beamte bringt die Stöpsel F und F' in ihre ursprüngliche Lage zurück.

Eine der grössten Schwierigkeiten, die sich Anfangs bei Construction der Multipelgestelle ergab, war die geeignete Anordnung der Drähte auf der Rückseite des Gestells.

Fig. 157, die einen Querschnitt des Gestells darstellt, zeigt das bisher befolgte Verfahren beim Anordnen der Drähte. Alle Stöpsellöcher S sind in Gruppen von je 20 so angeordnet, dass ein freier Raum zwischen denselben für den Durchgang des Kabels freigelassen wird.

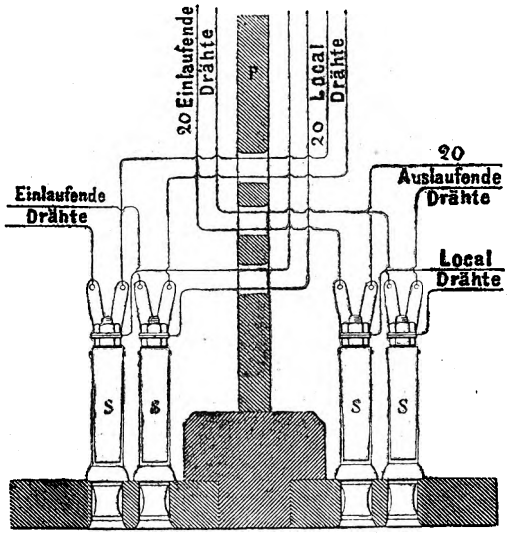
Digitized by Google

Ausserdem sind an den Gestellen auch noch senkrechte, mit Löchern durchbohrte Bretter angebracht, durch welche die Kabel in bestimmter Ordnung durchgesteckt werden.

Diese Bretter dienen gleichzeitig als Stützen des Gestells. Auf diese Art werden die Kabel mit den nach den Stöpsellöchern gehenden Drähten so angeordnet, dass man sie in die Höhe heben kann, wenn man zu den Stöpsellöchern gelangen will, um dort etwa nöthige Reparaturen auszuführen.

Weitere Verbesserungen wurden in letzter Zeit in der Richtung gemacht, dass man die Kabel nicht mehr in Rinnen auf dem Boden

Fig. 157.



legt, sondern dieselben auf Rechen in gleicher Höhe mit den Stöpsellöchern anbringt. Hieraus ergibt sich eine Ersparniss an Kabel und auch höhere Leistungsfähigkeit in Folge verminderten Widerstands. 42drähtige Kabel werden verwendet, in welchen die Leitungsdrähte und die Versuchsdrähte zusammengewürgt sind. Ein weiterer Vortheil ist, dass sich die Kabel, wenn nöthig, leicht von den Rechen abnehmen lassen und dass man desshalb viel bequemer wie früher zu den Stöpsellöchern gelangen kann. Eine ausführliche Beschreibung dieser Verbesserung findet sich in Capitel XXII (System der Lancashire und Cheshire Telephone Company).

Aus dem Vorhergehenden wird man ersehen, dass das dem Mul-

Digitized by Google

tipelgestelle zu Grunde gelegte Princip (wie übrigens schon der Name andeutet) in einer Vervielfältigung der Verbindungspunkte für jeden Theilnehmer besteht, so dass sich für jeden derselben eine Anschlussstelle im Bereiche jedes Beamten ergibt, so viele Theilnehmer auch einer Centralstelle angehören und so viele Beamte auch in dem Umschaltezimmer sein mögen.

Dass bei aller anscheinenden Complicirtheit der Construction der Betrieb des Multipelgestells ein so einfacher ist, macht eben den Apparat so werthvoll und erklärt die günstige Aufnahme und rasche Verbreitung, die derselbe in den letzten Jahren gefunden.

119. Folgendes sind einige der Hülfsapparate einer Multipelgestellanlage:

Hülfsverbindungsgestell. Mittelst dieser Vorrichtung kann ein Theilnehmer mit derselben Nummer am Wechselgestell in Verbindung bleiben, selbst wenn er aus irgend einem Grunde an eine andere Aussenlinie angeschlossen worden ist. Der Apparat besteht aus einer Grundplatte mit horizontalem Ebonitstreifen auf der einen, und verticalen Streifen auf der anderen Seite. Jeder Streifen hat zehn messingene Verbindungsstücke. Die Verbindungen auf der einen Seite sind für die Aussenlinien, auf der anderen Seite für die Wechselgestelldrähte. Zahlreiche in der Grundplatte angebrachte Bohrlöcher ermöglichen die Verbindungen zwischen beiden Seiten (vgl. Capitel XXII).

Prüfungsgestell. Dasselbe besteht einfach aus Ebonitstreifen, deren jeder 20 Paar flache Messingfedern trägt, die im normalen Zustande gegen einander liegen. Jede in die Centralstelle einmündende Linie geht durch ein Paar Federn hindurch, die sich durch die Einführung eines flachen Stöpsels trennen lassen, wodurch der Stromkreis unterbrochen wird. Dieser Stöpsel kann einfach sein, so dass man entweder die Aussenlinie oder die Wechselgestelllinie prüfen kann; bei Anwendung eines doppelten Stöpsels kann man ein Prüfungsinstrument in den Stromkreis einschalten, ohne eine der beiden Linien auszuschalten (vgl. Capitel XXII).

Blitzableitergestell. Dasselbe besteht aus Streifen von hartem Holz, deren jeder 40 Paar Federn, ein Paar für jede Linie, trägt. Ausser dieser Form von Blitzschutzvorrichtung kann man im Thurme, oder wo sonst die Drähte von aussen einlaufen, noch weitere Blitzableiter mit Erdleitung anbringen.

In allen Fällen jedoch muss man die grösste Sorgfalt auf die Isolation verwenden, da die sogenannte „Induction“ gewöhnlich einer einfachen, von ungenügender Isolation herrührenden Ableitung zuzuschreiben ist.

Digitized by Google

Capitel XVI.

Das französische System.

(Nach einem Originalbeitrag der Société Générale des Téléphones in Paris.)

120. Das Telephon wird in Frankreich seit dem Jahre 1879 von der Société Générale des Téléphones betrieben, welcher der Staat eine Concession für fünf Jahre ertheilte. Diese Concession endete am 8. September 1885 und wurde der genannten Gesellschaft auf die gleiche Zeitdauer und unter den gleichen Bedingungen erneuert. Die Gesellschaft zahlt für dieses Recht dem Staate 10 % ihrer Bruttoeinnahme und ebenso viel der Municipalität von Paris für das Recht, die Telephonkabel in die städtischen Cloaken zu legen.

Diese Concession verleiht der Gesellschaft jedoch kein Monopol, und der Staat hat sich das Recht vorbehalten, das Betriebsmaterial zu irgend einer Zeit zu einem von Sachverständigen zu bestimmenden Preise käuflich zu erwerben. Diese Bedingungen sind natürlicherweise nichts weniger als günstig für die Verbreitung des Telephons in Frankreich. Zur Zeit theilen sich der Staat und die Gesellschaft in den Telephonbetrieb; der Staat verwaltet Centralstellen in neun Städten mit 1042 Theilnehmern (Anzahl im Jahre 1885) und die Gesellschaft betreibt Centralstellen in elf Städten mit 8073 Theilnehmern (Anzahl vom 28. April 1888).

Tabelle A gibt die Städte, in welchen der Staat die Centralstellen betreibt, deren Bevölkerung, Abonnentenzahl, Verhältniss der Abonnenten zur Einwohnerzahl und den Abonnementspreis. Tabelle B enthält die gleichen Angaben für die von der Gesellschaft betriebenen Centralstellen.

Tabelle A.

Städte	Einwohnerzahl	Abonnentenzahl 1885	Verhältniss	Jährlicher Abonnementspreis
Roubaix-Tourcoing	143 652	295	487	200 Frs. innerhalb des Stadtbezirks; 5 Frs. für jede weiteren 200 m. Der Abonnent bezahlt ausserdem die Kosten seiner Leitung und seiner Instrumente. — Kein Nachtdienst.
Reims	93 823	256		
Lille	178 144	158		
Troyes	46 067	113		
Dunkerque	37 328	84		
St. Quentin	45 838	62		
Elbeuf	22 152	52		
Armentières	25 089	12		
Halluin	14 020	10		
		1042		

Digitized by Google

Tabelle B.

Städte	Einwohnerzahl	Abonnentenzahl 1885	Abonnentenzahl 1888	Verhältniss	Jährlicher Abonnementspreis
Paris	2 799 329	4054	5636	616	In Paris: 600 Frs. für eine Leitung; je 550 Frs. für zwei; je 500 Frs. für drei. In anderen Städten: 400 Frs. für eine Leitung; je 375 Frs. für zwei; je 350 Frs. für drei.
Lyon	376 613	652	747		
Marseille	362 983	406	437		
Bordeaux	221 305	355	421		
Le Hâvre	103 867	201	276		
Rouen	105 906	112	126		
St. Pierre Les Calais	40 819	108	85		
Nantes	124 319	92	111		
Oran	54 347	59	36		
St. Étienne	123 813	38	109		
Algier	65 227	36	89		
		6113	8073		

Die Pariser Centralstelle.

121. Das ganze Pariser Telephonnetz wurde von Anfang an, um jede Inductionsstörung zu vermeiden, aus isolirten, in Kabel formirten Drähten mit Hin- und Rückleitung gebildet. Die Kabel wurden in die städtischen Cloaken verlegt. Da Paris ein vollständiges System von Abzugskanälen besitzt, so konnte man ein durchgängig unterirdisches System einführen.

Das Legen der Kabel wird nicht von der Gesellschaft, sondern von der Staatstelegraphenverwaltung besorgt, deren Telegraphenkabel gleichfalls in den Cloaken gelegt sind. Die Gesellschaft hat den Staat für alle Auslagen zu entschädigen und ausserdem noch 5 % für Unterhaltungskosten zu entrichten.

Für jeden Abonnenten hat die Gesellschaft der Verwaltung der Staatstelegraphen einen Plan der für die Kabel bestimmten Cloaken nebst genauer Angabe der Localität des Abonnenten zu liefern.

Die Kabel sind an Haken aufgehängt, die an den Gewölben der Cloaken befestigt sind.

Die Kabel enthalten je 14 Leitungsdrähte oder 7 Doppelleitungen. Jeder dieser Leitungsdrähte besteht aus drei zusammengewürgten Kupferdrähten und ist mit einer Lage von Guttapercha und schliesslich mit einer farbigen Baumwollenumwicklung umgeben. Der elektrische Widerstand dieser Leitungen ist etwa 30 Ohm per Kilometer. Die Leitungsdrähte zeigen sieben verschiedene Farben: weiss, blau, gelb,

Digitized by Google

braun, schwarz, roth und grün. Je zwei Drähte von derselben Farbe werden lose zusammengewunden; die sieben Paare werden hierauf gleichfalls lose zu einem Seile zusammengedreht, mit starkem Leinwandband umwickelt und dann durch eine Bleiröhre gezogen. Jedes Kabel ist der ganzen Länge nach numerirt, so dass man es leicht finden kann, wenn Reparaturen oder Veränderungen der Leitungen nöthig werden. Die von der Centralstelle ausgehenden Kabel werden so nahe wie möglich bis zu einer Gruppe von sieben oder weniger Abonnenten gebracht, deren jeder mittelst eines den doppelten Leitungsdraht enthaltenden Kabels mit der Hauptleitung verbunden wird. Die Verbindungsstelle wird durch eine Bleimuffe beschützt. Die nicht benutzten Leitungsdrähte bleiben unverbunden in dem 14drähtigen Kabel.

In solchen Cloaken, welche das heisse, durch Condensation von Dampf gebildete Wasser der Fabriken abführen, müssen die Kabel durch Kautschuk anstatt Guttapercha isolirt werden.

Tabelle C enthält weitere Angaben über die im Pariser Telephonnetz verwandten Kabel.

Tabelle C.

Anzahl der Adern	Durchmesser der Adern mm	Anzahl der Leitungen	Durchmesser des Dielektricums mm	Bleimantel		Annäherndes Gewicht per Kilometer kg	Bemerkungen
				Dicke mm	Durchmesser mm		
3	0.5	1dopp.	2.5	1	7.5	230	Isolirt mit Guttapercha
3	0.5	1 id.	3.5	1	9.5	310	id.
3	0.5 verzinnt	1 id.	3.3	1	9	285	Isolirt mit Kautschuk
3	0.5	3dopp.	3.5	1.25	14	700	Isolirt mit Guttapercha
3	0.5	7 id.	2.5	1.25	18	930	id.
3	0.5 verzinnt	7 id.	3.3	1.25	20	1120	Isolirt mit Kautschuk

122. Die Art der Einführung in das Haus des Abonnenten ist eine äusserst einfache. Jedes Haus in Paris hat seine besondere Cloake, d. h. ein Gewölbe unter dem Trottoir, das an der Mauer des Hauses beginnt und in die Hauptcloake einmündet. Alle Cloaken in Paris, mit Ausnahme des Hauptsammelkanals befinden sich unter dem Trottoir; der Hauptsammelkanal ist unter der Fahrstrasse und ist in Wirklichkeit eine Art kleineren Flusses, in welchen sich die Hauptcloaken ergiessen.

Das doppeladrige Leitungskabel wird von dem Ende des 14adrigen

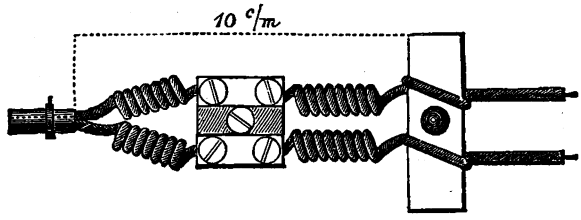
Digitized by Google

Kabels in die dem Hause angehörige besondere Cloake gebracht und auf seinem Wege an kleinen Haken aufgehängt. Ganz in der Nähe der Hausmauer wird eine Oeffnung in das Cloakengewölbe gemacht, eine senkrechte Gasröhre in dieselbe gesteckt, und das Leitungskabel an den Fensterrahmen des Zimmers geführt, in welchem die Fernsprecheinrichtung angebracht werden soll.

Das Telephon wird mit den beiden Leitungsdrähten mittelst hölzerner Unterlagen und isolirten Hausdrahtes verbunden. Fig. 158 zeigt die Art und Weise der Verbindung.

Manchmal kommt es vor, dass man einen Abonnenten zu verbinden hat, in dessen Strasse sich keine Cloake befindet. In diesem Falle wird das kleine Leitungskabel auf dem gewöhnlichen Wege so nahe wie möglich an das Haus des Abonnenten gebracht und wird dann auf das Dach eines dem Ende der Cloake naheliegenden Hauses geführt. Dort wird das Kabel mit zwei Luftleitungen verbunden und

Fig. 158.



mittelst kurzer an dem Dach befestigter Stangen nach dem Hause des Abonnenten geführt. Dies kommt jedoch sehr selten vor. Im Ganzen sind in Paris nicht mehr als 70 km oberirdischer Leitungen, gegen 8000 km unterirdischer Kabel.

Einfache Leitungen mit Erdrückleitung werden nur in den Provinzen verwendet, und dort sind die Leitungen oberirdisch.

Die Resultate der Verwendung von Doppelleitungen in Paris sind höchst befriedigend. Die Linien sind vollkommen frei von telegraphischer oder telephonischer Induction.

In den Cloaken, in welchen Telegraphenkabel gelegt sind, werden die Telephonkabel gewöhnlich auf der entgegengesetzten Seite angebracht. Bis jetzt dürfen keine elektrischen Beleuchtungskabel in den Cloaken gelegt werden. Ausserhalb der Festungswerke sind alle Leitungen oberirdisch, natürlich auch in diesem Falle Doppelleitungen.

123. Die Stadt Paris ist in 12 Telephondistricte eingetheilt, deren

Digitized by Google

jeder eine Centralstelle hat, mit welcher die innerhalb des Districts wohnenden Abonnenten verbunden sind.

Die Gesammtzahl der Abonnenten in Paris war (am 14. August 1886) 4204 und folgendermassen zwischen den 12 Centralstellen vertheilt.

Tabelle D.

Centralstellen		Abonnenten
A	Avenue de l'Opéra 27	708
B	Rue de Logelbach 4	335
C	Boulevard de la Villette 204	316
D	Place de la République 10	600
E	Rue de Lyon 24 & 26	194
F	Avenue des Gobelins 20	136
G	Boulevard St. Germain 183	275
H	Rue Lecourbe 123	99
J	Rue de Passy 80	158
L	Rue Lafayette 42	463
M	Rue Etienne Marcel 25	558
O	Rue D'Anjou 65	362
	Gesammtzahl	4204

Diese 12 Centralstellen sind mit einander durch 288 Hülfsleitungen verbunden.

Tabelle E zeigt, wie die Hülfslinien zwischen den 12 Centralstellen vertheilt sind.

Tabelle E.

Centralstellen	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	O	Hülfslinien
A	—	8	7	11	5	4	7	4	5	13	13	8	85
B	8	—	4	4	2	2	4	2	3	5	4	4	42
C	7	4	—	9	4	3	3	2	2	6	7	3	50
D	11	4	9	—	5	4	4	3	2	7	11	4	64
E	5	2	4	5	—	3	2	2	1	3	6	3	36
F	4	2	3	4	3	—	3	2	1	3	5	2	32
G	7	4	3	4	2	3	—	3	2	6	5	4	43
H	4	2	2	3	2	2	3	—	1	3	3	2	27
J	5	3	2	2	1	1	2	1	—	3	3	3	26
L	13	5	6	7	3	3	6	3	3	—	6	5	60
M	13	4	7	11	6	5	5	3	3	6	—	5	68
O	8	4	3	4	3	2	4	2	3	5	5	—	43
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	576

Anzahl der Hülfsleitungen $= \frac{576}{2} = 288.$

Digitized by Google

124. Die meisten der Hülfslinien laufen an der Centralstelle A, Avenue de l'Opéra 27, zusammen und sind dort an einem Umschalter besonderer Form angebracht. Dieser Umschalter ist nöthig, um die Hülfslinien zwischen den verschiedenen Centralstellen den Bedürf-

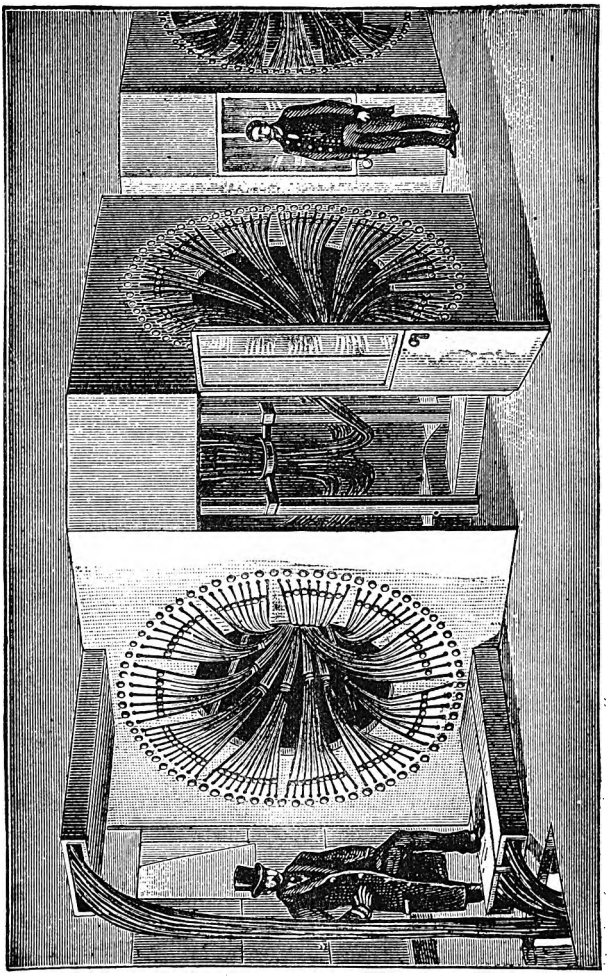


Fig. 159.

nissen des Telephonverkehrs gemäss zu vertheilen, und auch um eine Prüfung aller Hülfs- und Abonnentenlinien von einem centralen Punkte aus zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke ist ein Thomson-Galvanometer mit allen nöthigen Hülfsapparaten in einem Laboratorium

Digitized by Google

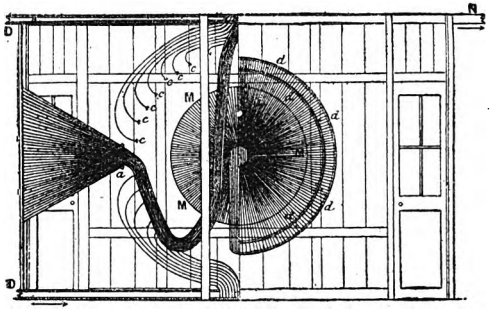
in unmittelbarer Nähe des Umschalters aufgestellt. Ein erfahrener Beamter ist ausschliesslich mit der Prüfung der Kabel des ganzen Telephonnetzes betraut, um Fehler zu localisiren und Reparaturen anzuordnen. Die Gesammtlänge der Hülfslinien ist etwa 1400 km Doppelleitungsdraht.

Alle Centralstellen sind nach demselben System gebaut und wir beschreiben hier die Centralstelle A, Avenue de l'Opéra 27, welche eine der grössten ist.

Die Kabel, welche zur Verbindung der Abonnenten mit der Centralstelle dienen, treten durch ein kurzes, geräumiges Gewölbe von der Hauptcloake unter dem Trottoir der Avenue de l'Opéra in das Souterrain der Centralstation ein.

Eine an der Wand durch Schraubenbolzen befestigte Bronzeplatte

Fig. 160.



ist mit einer genügenden Anzahl von Löchern zur Einführung der Kabel in das Souterrain versehen.

250 Kabel, 1750 Doppelleitungen enthaltend, werden auf diese Art in die Centralstelle eingeführt.

Diese Kabel werden nach der Rückseite eines Umschalters gebracht, der demjenigen ähnlich ist, den wir oben bei Gelegenheit der Hülfslinien erwähnt haben.

Dieser Umschalter hat die Form einer hölzernen viereckigen Kammer, ungefähr 3 m lang, und vier in den abgestumpften Ecken angebrachte Thüren. Jede der vier Wände dieser Kammer hat in der Mitte eine grosse kreisförmige Oeffnung. Die Kabel sind im Innern der Kammer um die vier kreisförmigen Oeffnungen herum in Form von Rosetten gruppirt. Fig. 159 zeigt eine Perspective der Kammer.

Nachdem man den Bleimantel der Kabel abgeschnitten hat, werden die sieben Paar Leitungsdrähte eeee durch kleine Oeffnungen cccc

Digitized by Google

nach doppelten Verbindungsklemmen d d d d (Fig. 160) auf der Aussenseite der Kammer gebracht. Jedes der sieben Paar Leitungsdrähte ist mit verschiedenfarbiger Baumwolle umsponnen, und eine an jedem Paar befestigte Elfenbeinmarke gibt den Namen und die Adresse des dem bezüglichen Leitungsdraht angehörigen Abonnenten. Jede Oeff-

Fig. 161.

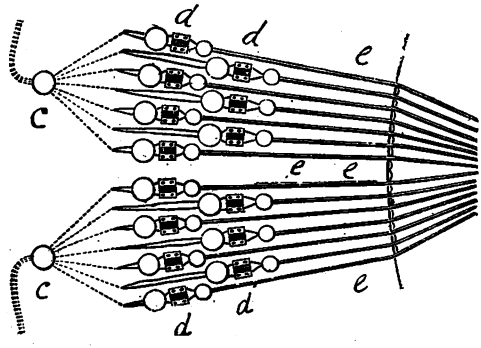
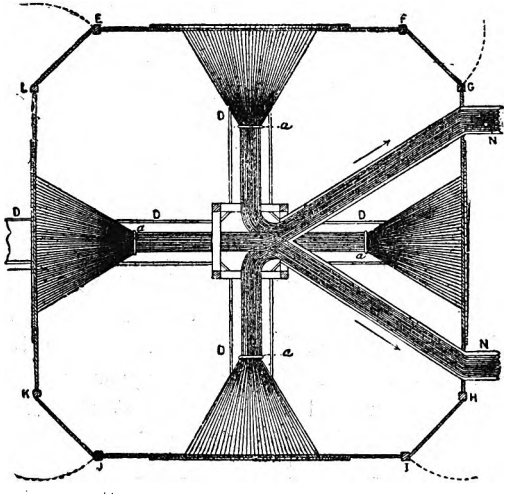


Fig. 162.



nung, durch die ein Kabel durchgeht, ist mit derselben Nummer bezeichnet, welche das Kabel seiner ganzen Länge nach trägt. Fig. 161 zeigt in grösserem Massstab die oben beschriebene Anordnung.

An jeder Doppelklemme d ist ein doppeldrähtiges, mit Baumwolle und Paraffin isolirtes Leitungskabel befestigt. Diese Kabel werden

Digitized by Google

in Bündeln N N (Fig. 162 und 163) in den Hauptsaal der Centralstelle nach der Rückseite der Klappenschränke geführt und mit den Stöpsellöchern durch Klemmschrauben verbunden. Die vier Oeffnungen M M M M (Fig. 162) lassen sich als die Grundflächen von vier konischen Körpern betrachten, die den geometrischen Mittelpunkt der Kammer als gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben. Hiedurch wird bezweckt, dass alle Kabel an diesem Mittelpunkt vorüberlaufen, und demnach von gleicher Länge sind und sich leicht gegen einander auswechseln und prüfen lassen. Die Kabel im Innern der Kammer hängen lose unter eisernen Ringen, bis sie in die hölzernen Tröge N N eintreten.

Fig. 163.

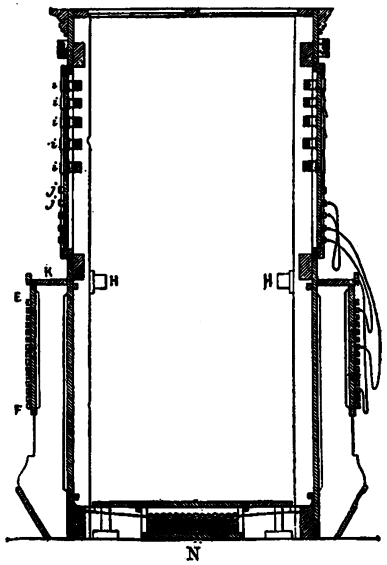


Fig. 163, die einen Querschnitt des Klappenschranks darstellt, zeigt, dass derselbe aus zwei ähnlichen, sich den Rücken kehrenden Gestellen besteht, die durch einen Gang von einander getrennt sind. In diesem Gange befindet sich der zur Aufnahme der Kabel e bestimmte Holztrog N. Die beiden Leitungsdrähte des Kabels sind mit verschiedenfarbiger Baumwolle, blau und roth, isolirt und zusammengewürgt. Der Gang dient auch noch dazu, um die Drahtverbindungen und Klappen auf der Rückseite des Klappenschrankes zu inspiciren.

Die Hülfslinien sind in einer ähnlichen Kammer wie die Abonnentenlinien in Form von drei Rosetten mit einer Capacität von 750 Doppelleitungen. Die Rosetten und Klappenschränke in den verschiedenen Centralstellen sind in Wirklichkeit für nicht mehr als 1000 Abonnenten eingerichtet, liessen sich jedoch im Nothfalle für 1500 oder sogar 2000 Abonnenten einrichten.

125. Seit Errichtung der ersten Centralstellen in Paris sind von Monsieur Berthon, dem gegenwärtigen Director der Société Générale des Téléphones, wesentliche Verbesserungen eingeführt worden.

Mr. Berthon nennt sein verbessertes System das directe Aufrufsystem für Centralstellen. Folgendes sind die Grundzüge dieses Systems: Nachdem der rufende Abonnent die Centralstelle

Digitized by Google

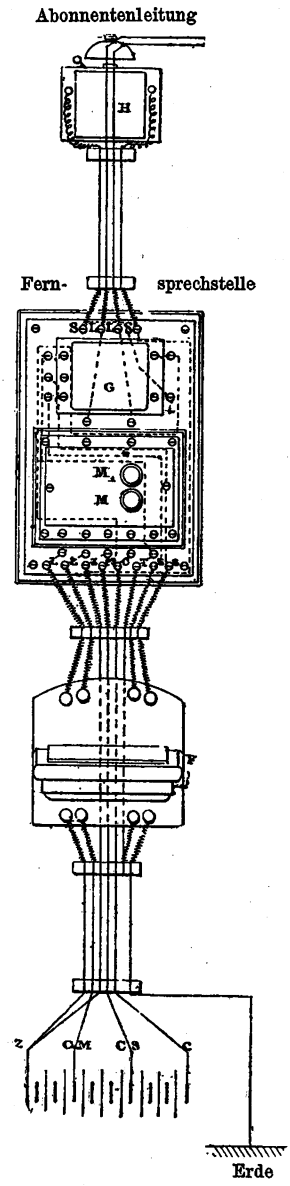
angerufen hat, braucht er nicht mit dem Telephon am Ohr zu warten, bis der gerufene Abonnent antwortet. Hat er einmal den Namen oder die Nummer des letzteren dem Beamten an der Centralstelle mitgetheilt, so kann er seinen Fernsprecher aufhängen, bis ein Glockensignal ihn zum Instrument zurückruft.

Dieses Glockensignal ist ein directer Aufruf vom gerufenen Abonnenten, der zum Gespräch bereit ist. Um diesen Zweck zu erreichen, hat jede Fernsprechvorrichtung eines Abonnenten zwei Aufruftaster M und M_1 (Fig. 164); der eine dient zum Aufruf der Centralstelle, der andere zum directen Aufruf eines zweiten Abonnenten, mit dem der erstere durch Vermittlung einer oder zweier Centralstellen in Verbindung treten will. Dieser directe Aufruf bringt natürlicherweise die Schlussklappen nicht zum Fallen. Fig. 164 zeigt die vollständige Sprechvorrichtung eines Abonnenten.

ZC ist eine aus 9 Leclanché-Elementen bestehende Batterie, von denen 3 auf das Mikrophon geschaltet sind, während sämmtliche 9 Elemente zum Aufruf der Centralstelle oder zum directen Aufruf dienen. F ist das Mikrophon, M und M_1 die beiden speciellen Aufruftaster, G ist ein Relais von 400 Ohm Widerstand, welches den Localstromkreis des Weckers H schliesst. Der Localstrom für den Wecker wird ebenfalls durch die 9 Leclanché-Elemente geliefert.

Nachdem der rufende Abonnent die Centralstelle mittelst des Tasters M aufgerufen hat und von der Centralstelle benachrichtigt worden ist, dass die Verbindung mit dem zweiten Abonnenten

Fig. 164.



Digitized by Google

hergestellt ist, muss er irgend einen Verzug in der Antwort nicht dem Beamten der Centralstelle, sondern dem gerufenen Abonnenten zuschreiben, da derselbe ihn nun mittelst des Tasters M_1 direct rufen kann.

Sind zwei Abonnenten einmal verbunden, so können sie beliebig lange verbunden bleiben und können sich direct mit einander unterhalten, ohne dass die Centralstelle das Gespräch mit anhören kann. Gleichzeitig können sie mittelst des Tasters M die Centralstelle aufrufen und können demnach mit irgend einem dritten Abonnenten in Verbindung treten. Die Gesellschaft stellt für einen jährlichen Beitrag von 225 Frs. per Kilometer besondere Drähte solchen Abonnenten zur Verfügung, die zwischen zwei zu verschiedenen Centralstellen

Fig. 165.

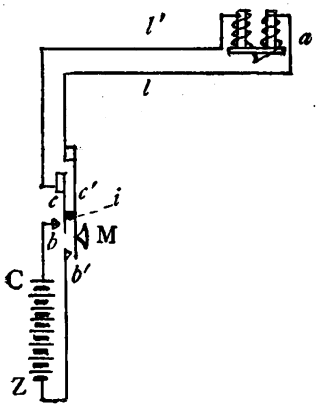
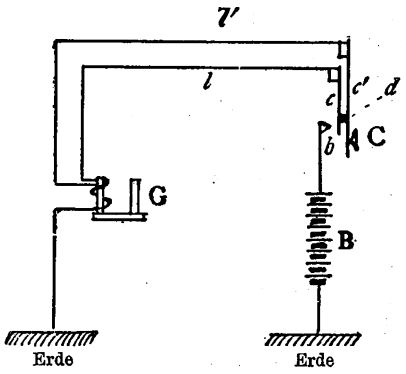


Fig. 166.



gehörenden Geschäftslocalen oder zwischen ihrem Haus und Geschäftslocal dauernde Verbindung einrichten wollen.

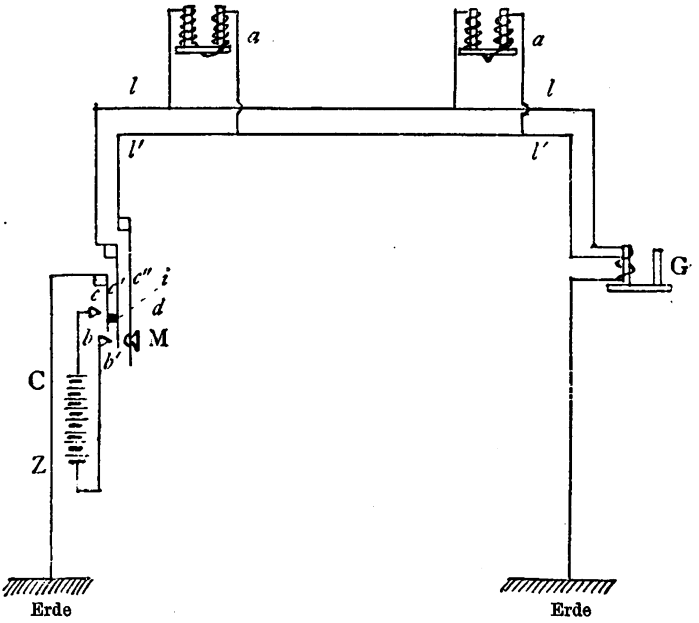
126. Das Princip des directen Aufrufsystems lässt sich leicht mit Hülfe der nachfolgenden vier schematischen Zeichnungen erklären, welche die Aufrufleitung, die Sprechleitung und die Endsignalleitung darstellen.

Fig. 165 zeigt die Aufrufleitung zwischen dem Abonnenten und der Centralstelle. ll' ist eine vom Abonnenten zur Centralstelle führende Doppelleitung, die durch das Stöpselloch und die Klappe a von 400 Ohm Widerstand hindurchgeht; cc' sind die beiden Federn des Aufruftasters M zum Aufruf der Centralstelle; bb' sind die beiden Contacte für die Batterie ZC von 9 Leclanché-Elementen. Die Federn c und c' sind durch ein an der Feder c befestigtes Stückchen Hartgummi von einander isolirt. Wenn man den Taster M nieder-

Digitized by Google

drückt, so fliesst der Strom der Batterie Z C durch die Doppellinie 11′ zur Klappe a, bringt die Scheibe zum Fallen und benachrichtigt dadurch den Beamten der Centralstelle von dem Aufruf. In Beantwortung des Aufrufs steckt der Beamte einen Stöpsel mit zwei Contacten in das Stöpselloch, welches mit der Doppelinie 11′ verbunden ist, ehe dieselbe zu der Klappe a geht. Dieser Stöpsel ist mittelst einer biegsamen Schnur mit einem vollständigen Sprechapparat verbunden, der einen Aufruftaster und ein Telephonsystem enthält, das

Fig. 167.



wir später beschreiben werden; hiedurch wird letzteres in die Doppellinie 11′ eingeschaltet.

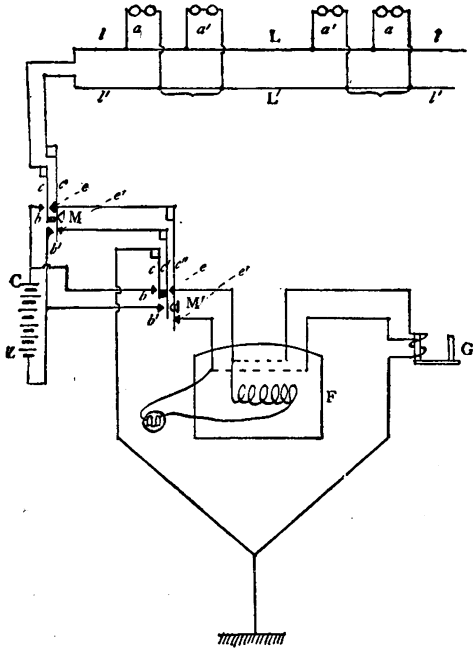
Fig. 166 stellt den Theil der Aufrufleitung dar, welche den Beamten in Stand setzt, den Aufruf der Abonnenten zu beantworten. Der Beamte nimmt die Anweisung des rufenden Abonnenten entgegen und ruft dann den zweiten Abonnenten mittelst des Tasters C. Letzterer besteht aus zwei Federn c c′, die beim Niederpressen des Tasters mittelst des an der Feder c′ befestigten Metallstücks d mit einander Contact machen und mittelst des Contacts b in Verbindung mit der Batterie B treten, deren einer Pol an der Erde liegt, und die aus 10 Leclanché-Elementen besteht.

Digitized by Google

Nachdem der zweite Abonnent auf diese Art gerufen ist, stellt der Beamte die Verbindung zwischen beiden Abonnenten dadurch her, dass er deren Stöpsellöcher mittelst einer biegsamen Schnur verbindet.

Der gerufene Abonnent antwortet durch Niederdrücken des Tasters M'; dieser Aufruf geht direct zum Instrument des rufenden Abonnenten und schliesst das Relais G und bringt dadurch dessen Wecker zum Läuten. Zugleich geht der Ruf auch durch die Centralstelle, ohne jedoch die Klappen a a der beiden Abonnenten zum Fallen zu bringen. Figuren 167 und 168 zeigen den Stromlauf.

Fig. 168.



Der directe Aufruftaster M' (Fig. 168) besteht aus drei Federn c, c', c''; c' und c'' werden beim Niederdrücken des Tasters durch das an c'' befestigte Metallstück in Contact gebracht; c' und c sind durch das an c' befestigte Stückchen Hartgummi i von einander isolirt. Durch Niederdrücken des Tasters M' kommen die Federn c und c' mit b und b' in Contact und der Batteriestrom der Abonnenten fliesst gleichzeitig durch beide Linien 11' zum Relais G, ohne jedoch auf die Klappen a a einzuwirken, die sich in einer Nebenleitung des Stromkreises an der Centralstelle befinden.

Die Sprechleitung (Fig. 168) ist eine durchaus metallische Leitung, da die mit den Relais G verbundene Erde bei beiden Abonnenten durch die automatischen Umschalter, an denen die Telephone aufgehängt sind, durch das Abnehmen der Telephone vom Haken aus dem Stromkreis ausgeschaltet wird; zu gleicher Zeit ist auch die Erde der directen Aufruftaster ausgeschlossen.

Der Stromlauf in der Sprechleitung ist desshalb der folgende:

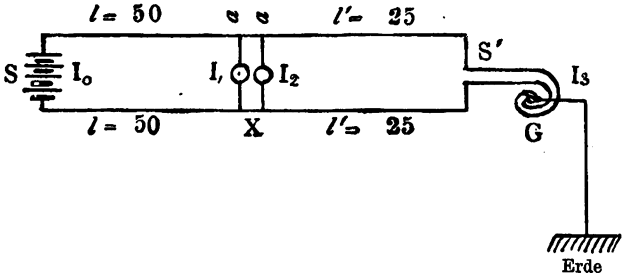
Digitized by Google

durch die Doppelleitung 11′ zu den Federn cc′ des Tasters M, durch dessen obere Contacte ee′ zu den Federn c′c″ des Tasters M′, durch dessen obere Contacte ee′ zu den Klemmen der Sprechvorrichtung F, durch den secundären Draht des Inductoriums und durch den Empfänger.

Zwei Klappen aa befinden sich in einer Nebenleitung und dienen als Schlussklappen, wenn zwei zu derselben Centralstelle gehörige Abonnenten verbunden werden; wird jedoch eine Hülfslinie LL′ zur Vereinigung zweier Centralstellen benutzt, so befinden sich auch die Klappen a′a′ an den Enden der Hülfslinie in einer Nebenleitung und dienen als Schlussklappen.

Die Verbindung zweier Stöpsellöcher an demselben Wechselgestell geschieht, wie schon oben bemerkt, mittelst biegsamer Schnüre; sind

Fig. 169.



jedoch die Stöpsellöcher zu weit von einander entfernt, so bedient man sich localer Hülfslinien.

Wenn zwei Abonnenten ihr Gespräch beendet haben, so können sie durch Niederdrücken ihrer Taster M ihren Batteriestrom zur Linie senden und die Schlussklappen ihrer respectiven Centralstellen zum Fallen bringen.

Die Stromstärke der Nebenleitungen, in denen sich die Schlussklappen befinden, lässt sich mit Hülfe der folgenden schematischen Fig. 169 berechnen:

Vorausgesetzt, dass zwei Abonnenten durch die Centralstelle X verbunden, dass die Widerstände der Leitungen $11 = 50$ Ohm, $1'1' = 25$ Ohm seien, und dass zwei Schlussklappen von je 400 Ohm sich in Nebenleitungen befinden; vorausgesetzt ferner, dass der Abonnent S mittelst seines Batteriestromes abgeläutet hat (d. h. der Centralstelle die Beendigung des Gesprächs angezeigt hat), so sind die Stromstärken I_1, I_2 in Nebenleitungen der Schlussklappen die folgenden:

Digitized by Google

$$\frac{13\,500\ \text{(Millivolt)}}{100 + \dfrac{1}{\dfrac{1}{400} + \dfrac{1}{400} + \dfrac{1}{450}}} \times \frac{\dfrac{400 \times 450}{400 + 450}}{400 + \dfrac{400 \times 450}{400 + 450}} =$$

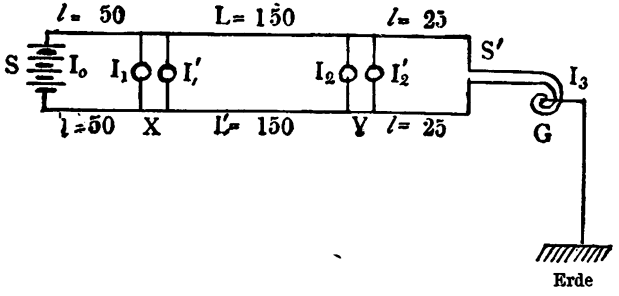
19.6 Milliampères.

Ein Strom von 19.6 Milliampères ist stark genug, um die beiden Schlussklappen aa' zu gleicher Zeit zum Fallen zu bringen.

In Fig. 170 ist der Fall angenommen, dass zwei Abonnenten SS' durch zwei Centralstellen XY verbunden und letztere mittelst der Hülfslinie LL' von 300 Ohm Widerstand vereinigt sind.

Die Stromstärken in jeder der Nebenleitungen I_1, I_2' sind in diesem Falle ungefähr 19.5 Milliampères.

Fig. 170.



Der von der Batterie des Abonnenten S ausgehende Strom ist stark genug, um die beiden Schlussklappen an der Centralstelle X zum Fallen zu bringen und ein Strom von gleicher Stärke, von der Batterie des Abonnenten S' ausgehend, wird in gleicher Weise auf die beiden Schlussklappen der Centralstelle Y einwirken. Mit anderen Worten, die Leitungen werden an den vier Wechselgestellen (zwei Hauptgestelle und zwei Hülfsgestelle) zu gleicher Zeit frei.

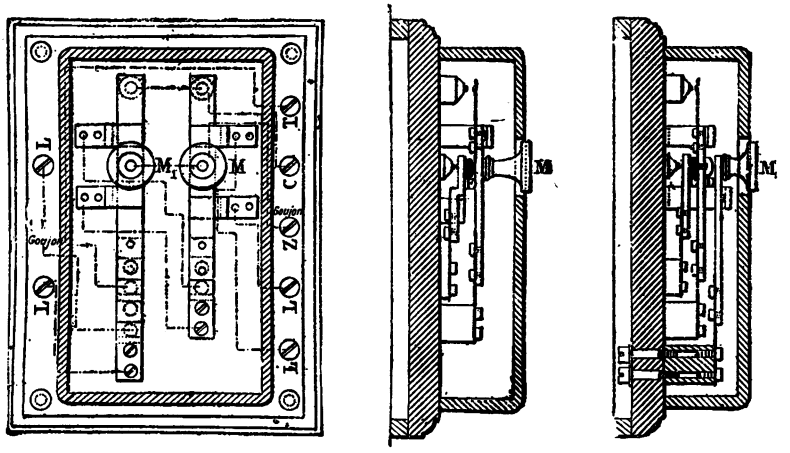
Aus den obigen Erklärungen und Figuren ergibt sich, dass die Anwendung des directen Aufrufsystems in einem Telephonnetz weiter Ausdehnung auf dem Prinzip beruht, dass die in Nebenleitungen befindlichen Klappen mit Drähten von hohem Widerstande, z. B. 400 Ohm, gewunden sind, um die Sprachübertragung nicht zu schwächen; ferner, dass sie ausschliesslich durch Signale auf der metallischen Doppellinie zum Fallen gebracht werden und niemals durch Signale, die auf einer zur Erde abgeleiteten Linie gegeben werden. In letzterem

Digitized by Google

Falle wird gar kein Strom oder, wenn die beiden Zweige ll' der Linie ungleichen Widerstand haben, ein zu schwacher Strom die Nebenleitungen der Klappen erreichen und dieselben werden demnach nicht fallen. In der Praxis hat man gefunden, dass einer der Zweige der Linie ll' vollständig zur Erde abgeleitet werden muss, ehe das directe Aufrufsystem fehlschlägt.

127. Fig. 171 (p. 200 und 201) stellt die Verbindungen zweier Abonnenten mittelst zweier Centralstellen nebst allen nöthigen Instrumenten dar. ZC ist die Aufrufbatterie von 9 Leclanché-Elementen; ZCS zeigt den durch das Relais G geschlossenen Localstrom zum Wecker H, ZCM ist der Localstrom für das Mikrophon;

Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174.



das Relais G und der Taster M' liegen an der Erde; F ist das Instrument der Abonnenten (das Ader-Mikrophon und der Ader-Empfänger), M der Aufruftaster für die Centralstelle, M' der directe Aufruftaster.

Fig. 172 ist eine Ansicht des doppelten Aufruftasters MM'; Fig. 173 ist ein Querschnitt des Tasters M, Fig. 174 ein Querschnitt des Tasters M'. H ist ein gewöhnlicher, von dem Relais G abhängiger Wecker von 5 Ohm Widerstand.

Die Leitung der Abonnenten ist auf der Rückseite des Klappenschranks an der Centralstelle mit einem Stöpselloch verbunden, das aus zwei durch eine dünne Ebonitplatte von einander isolirten Metallplatten besteht. Die Vorderplatte ist mit zwei Löchern durchbohrt, die durch den Ebonit hindurch in die Hinterplatte sich erstrecken,

Digitized by Google

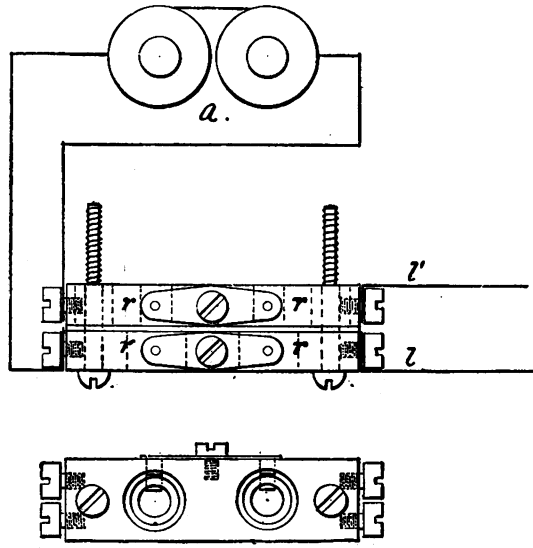
wo sie einen kleineren Umfang haben. Diese beiden Platten sind mittelst zweier Schrauben, die zugleich zur Befestigung am Klappenschrank dienen, fest an einander geschraubt.

Fig. 175 stellt ein Stöpselloch dar und die Art und Weise, wie die Abonnentenleitungen und die Klappen mit den Platten verbunden sind.

a ist die Klappe, ll′ die Abonnentenleitung. rrrr sind Federn von Stahl, mit Zapfen aus Siliciumbronze zur Sicherung der Contacte bei Einführung des Stöpsels in die Löcher der Platten.

Die Klappe ist von ähnlicher Construction wie der im deutschen

Fig. 175.



und eidgenössischen System angeführte Apparat und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung.

Fig. 176 zeigt die Verbindungen der den Hülfslinien zugehörigen Stöpsellöcher und Klappen.

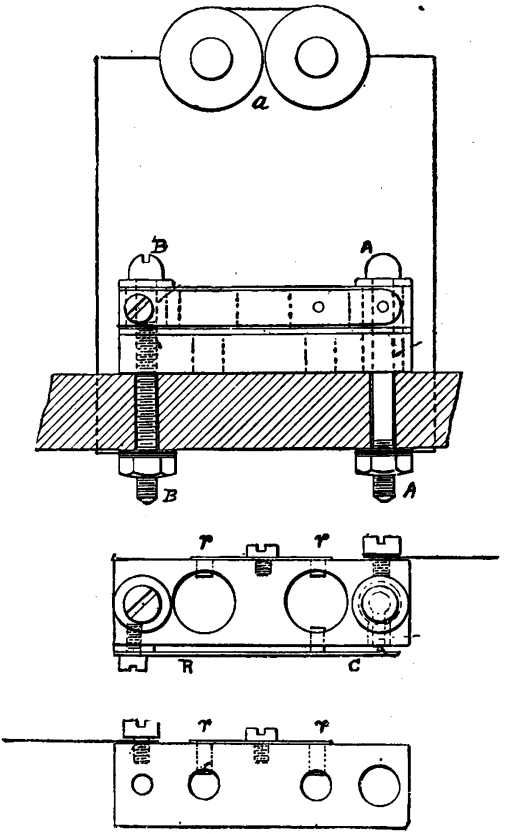
a ist die Klappe; rrrr sind Federn von Stahl, mit Zapfen aus Siliciumbronze zur Sicherung des Contacts zwischen dem Stöpsel und den Platten. Bei Einführung des Stöpsels in die Stöpsellöcher auf der rechten Seite wird eine Feder aus Stahl in die Höhe gedrückt und die Klappe ausgeschaltet.

Die den Hülfsleitungen zugehörigen Stöpsellöcher, die wir Localstöpsellöcher nennen wollen, sind demnach ebenso construirt wie die oben

Digitized by Google

beschriebenen Stöpsellöcher der Abonnentenleitungen, die beiden an die Rückseite des Schrankes gehenden Schrauben A und B dienen jedoch nicht nur zur Befestigung der Platten, sondern auch dazu, mit den Klappen Contact zu machen. Die Schraube A ist, ausgenommen an einem Punkte, sorgfältig von dem Metall der Platten isolirt; bei diesem

Fig. 176.



Punkte befindet sich ein kleiner Stift, mittelst dessen der Contact mit der oben erwähnten Stahlfeder hergestellt wird. Schraube B ist von der Vorderplatte isolirt, steht aber mit der Hinterplatte in Verbindung. Die beiden Platten sind jede mit einem der Hülfsleitungsdrähte verbunden und die mit den beiden Schrauben A und B verbundene Klappe bleibt so lange in den Stromkreis der Hülfsleitungen

Digitized by Google

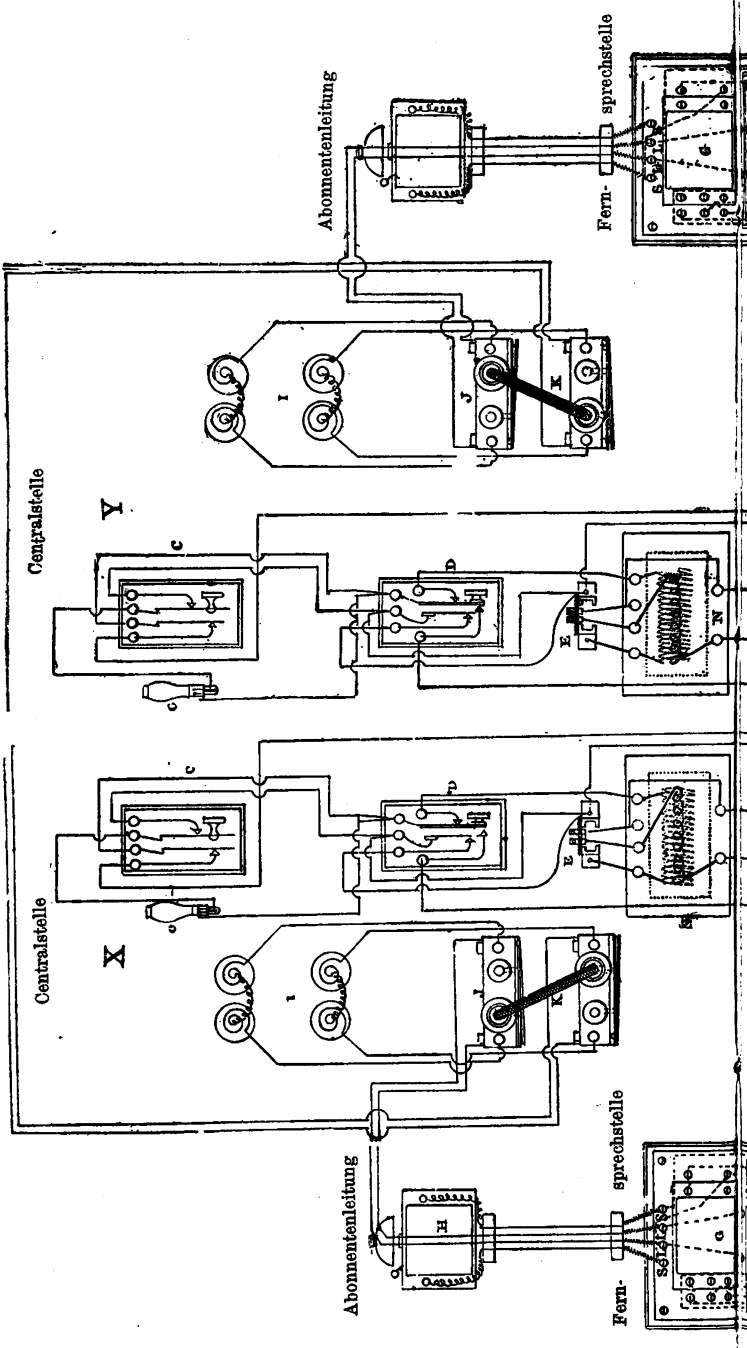
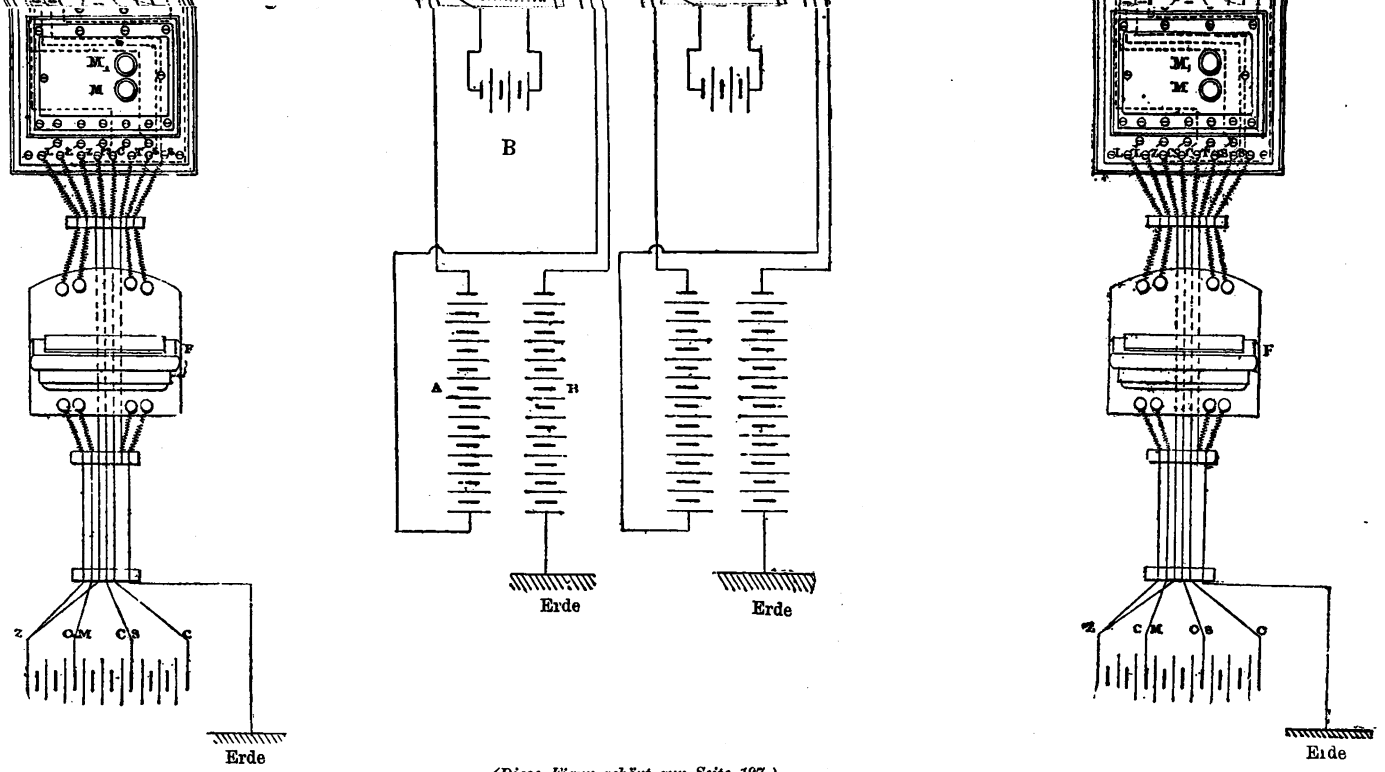


Fig. 171.

Digitized by Google



(Diese Figur gehört zur Seite 197.)

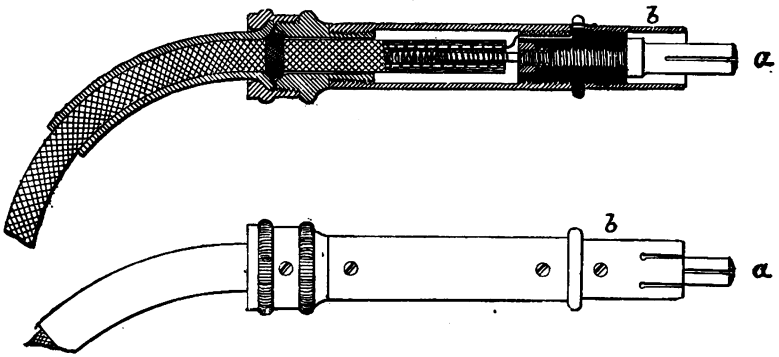
Digitized by Google

eingeschaltet, als die Feder den Contact zwischen der Vorderplatte und der Klappe vermittelt; sobald man jedoch den in die Stöpsellöcher auf der rechten Seite eingesteckten Stöpsel herauszieht, wird die Klappe ausgeschaltet.

Der mit den Tastern C und D und mit dem speciellen Stöpselloch E in Verbindung stehende Stöpsel O (Fig. 171) dient dazu, das Instrument des Beamten (das combinirte Berthon-Ader-Telephon) durch die Stöpsellöcher der Abonnenten oder durch die Localstöpsellöcher mit dem Instrumente der Abonnenten, oder mit dem des Beamten am andern Ende der Hülfslinie zu verbinden.

Derselbe am Ende einer biegsamen Schnur befestigte Stöpsel dient zur Verbindung der Abonnenten unter einander. Fig. 177 zeigt einen Durchschnitt desselben. Der Theil a ist sorgfältig, mittelst eines

Fig. 177.



Ebonitstückes von dem Theil b isolirt. Sowohl a als b sind mit der biegsamen Schnur verbunden, die aus zwei mit Baumwolle isolirten und mit Seide umsponnenen, zusammengewundenen Drähten besteht.

Wird der Stöpsel in eines der mit den Abonnentenlinien verbundenen Stöpsellöcher gesteckt, so macht dessen Theil a mit der Vorderplatte, Theil b mit der Hinterplatte Contact, während die Klappe in einer Nebenleitung bleibt; wenn daher ein Abonnent mittelst des Stöpsels O und des Tasters C (Fig. 171) gerufen wird, so fällt die Klappe nicht, da der Strom von einer zur Erde abgeleiteten Batterie ausgeht.

Hieraus ergibt sich, dass die einfache in Fig. 175 dargestellte Form von Stöpsellöchern sich für die Endpunkte der Abonnentenleitungen eignet, während man die in Fig. 176 dargestellten Localstöpsellöcher für die Hülfslinien verwendet. Hiedurch wird der Zweck

Digitized by Google

erreicht, dass sowohl bei Verbindung zweier Abonnenten durch Einführung des Stöpsels in die Stöpsellöcher der linken Seite, als auch bei Aufruf der Abonnenten durch Einführung des Stöpsels in die Stöpsellöcher der rechten Seite die Klappen nicht beeinflusst werden.

128. Zum Aufruf werden an der Centralstelle zwei verschiedene Taster benutzt. Fig. 178 stellt den Taster C der Fig. 171 dar, der mit einer Batterie von 15 Leclanché-Elementen, deren einer Pol an der Erde liegt, verbunden ist. Dieser Taster dient ausschliesslich zum Aufruf der Abonnenten. Die Verbindungen dieses Tasters mit den beiden Leitungsdrähten des Stöpsels O lassen sich auf letzterer Figur verfolgen.

Fig. 178.

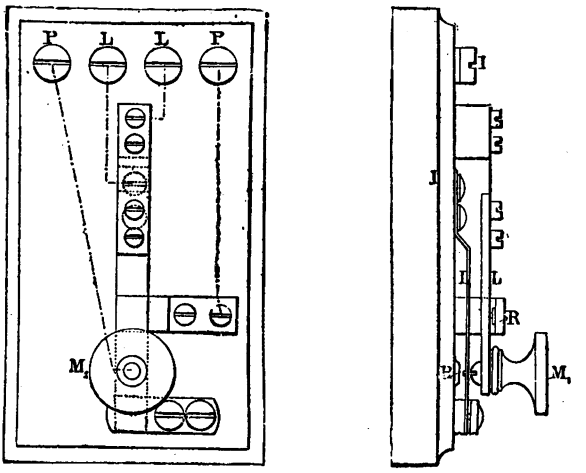


Fig. 179 stellt den Taster D dar, der zum Aufruf des Beamten auf der Hülfsleitung dient, wenn es sich darum handelt, zwei zu verschiedenen Centralstellen gehörige Abonnenten zu verbinden. Die Verbindungen mit Stöpsel O lassen sich gleichfalls auf Fig. 171 verfolgen.

Da man für die Abonnentenleitungen einfache Stöpsellöcher verwendet, so braucht man den Taster C nur bei den Klappenschränken, welche die Leitungen der Abonnenten enthalten, während der Taster D ausschliesslich für die Hülfsschränke verwendet wird.

E ist ein specielles Stöpselloch mit vier Contacten, welches den Beamten in Stand setzt, seine Sprechvorrichtung (ein combinirtes Berthon-Ader-Instrument, das wir am Ende des Artikels be-

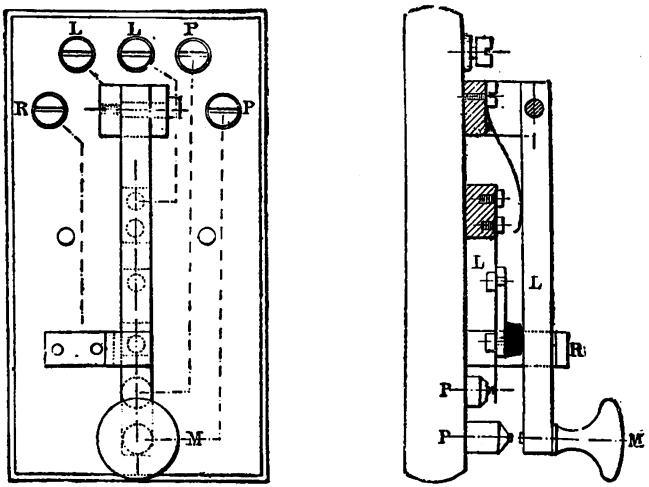
Digitized by Google

schreiben werden) in die Abonnenten- oder die Hülfsleitung einzuschalten und Aufrufe zu beantworten und zu wiederholen. Die Mikrophonbatterie ist bei B und die Inductionsspule bei N. Die übrigen Apparate sind die Klappen I und die Stöpsellöcher mit der Verbindungsschnur JK.

Eine Lalande-Batterie von 3 Elementen, wird für die Sprechvorrichtung der Beamten verwendet, A ist die Aufrufbatterie von 20 Leclanché-Elementen für die Hülfslinien, B eine Batterie von 15 Leclanché-Elementen zum Aufruf der Abonnenten.

129. Die Durchschnittszahl der täglichen Aufrufe war im Jahre 1886 in Paris 15000, was einen Durchschnitt von 3.70 Aufrufen per

Fig. 179.



Tag und per Abonnenten gibt. Ungefähr 65 von 1000 waren zwischen Abonnenten derselben Centralstellen, so dass 935 durch zwei Centralstellen erfolgen mussten. Jeder Beamte beantwortete etwa 175 Aufrufe, was einer Anzahl von etwa 300 Verbindungen entspricht. Dies bezieht sich auf die Zeit, da das directe Aufrufsystem nur theilweise eingeführt war. Bei allgemeiner Benutzung dieses Systems soll ein Beamter 350 Aufrufe beantworten können.

Die Aufrufe werden mittelst Batterie gemacht. Jeder Abonnent hat eine Batterie von 9 Leclanché-Elementen, 3 für den Transmitter und die ganze Zahl für Aufruf- und Schlusssignale. Die drei Mikrophonelemente müssen alle 3 Monate erneut werden, während die 6 anderen Elemente 18 Monate oder selbst 2 Jahre dauern können.

Digitized by Google

Die Instandhaltung der im Jahre 1886 im Gebrauch stehenden 50000 Elemente bedarf grosser Sorgfalt und wird in regelmässigster und billigster Weise besorgt.

Die Gesellschaft selbst fabricirt die Elemente in grosser Anzahl, für ihren eigenen Gebrauch sowohl als zum Verkauf.

130. Die folgende Tabelle F gibt die Längen der Hülfslinien zwischen den Centralstellen. Wie ersichtlich, ist die längste Hülfslinie zwischen den Centralstellen J und F 10000 m, die kürzeste zwischen A und L 1350 m.

Tabelle F.

Centralstelle	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M
A	0										
B	2900	0									
C	4200	5800	0								
D	3000	9100	2400	0							
E	4400	7500	5200	2800	0						
F	4600	8100	7700	5300	2500	0					
G	2377	5327	6227	5577	5927	3427	0				
H	6600	8200	9500	8350	8700	6200	3100	0			
J	5200	4400	9700	8490	9650	10000	6900	3800	0		
L	1360	2800	3000	2300	5100	6500	3400	6500	6600	0	
M	7800	4750	3800	1400	4000	6400	3850	6960	7050	3150	0
O	1770	1400	4400	3700	5950	7700	3600	6700	5800	1400	3390

Der Widerstand der Kabeldrähte ist etwa 30 Ohm per Kilometer. Nehmen wir zwei Abonnenten in einer Entfernung von je einem Kilometer von seiner Centralstelle an und die beiden Centralstellen durch eine Hülfslinie von 6 km verbunden, so erhalten wir den Widerstand der ganzen Leitung $48 \times 2 \times 8 = 768$ Ohm.

Die Sprachübertragung auf diesen langen Linien ist vollkommen befriedigend, selbst wenn an jeder Centralstelle zwei Klappen in Nebenleitungen von je 400 Ohm sich befinden. Zahlreiche Versuche sind mit Bezug auf die längste zulässige Distanz gemacht worden, und es hat sich herausgestellt, dass die Sprachübertragung auf 25 km (oder 50 km wegen der Doppelleitung) noch vollständig befriedigend ist; dies gibt einen Widerstand von $50 \times 30 = 1500$ Ohm, vorausgesetzt, dass an den beiden Centralstellen keine Nebenleitungen vorkommen.

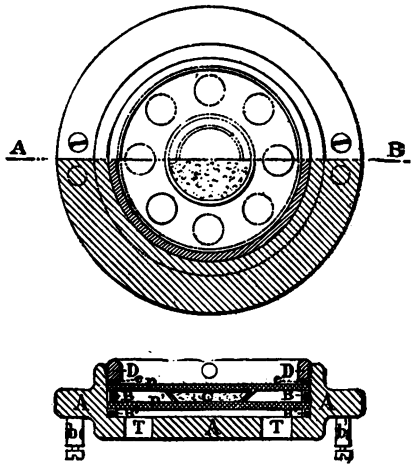
Einer der Vortheile des directen Aufrufsystems, der bisher noch nicht hervorgehoben wurde, ist, dass wenn man anstatt der Doppelleitung eine einfache Leitung mit Erdrückleitung zum Aufruf benutzt, der Widerstand viermal kleiner ist und dass man desshalb viermal

Digitized by Google

weniger Batterieelemente braucht. Mittelst seiner neun Elemente kann der Abonnent einen directen Aufruf an dem entferntesten Punkte des Telephonnetzes machen, das sich über die Festungswerke hinaus erstreckt.

Ferner ist zu erwähnen, dass sich dieses System ebenso gut für magnetischen als für Batterieaufruf eignet und dass es sich auch auf einfache Leitungen mit Erdrückleitung anwenden lässt. In diesem Falle werden polarisirte Klappen und polarisirte Relais für die Wecker der Abonnenten benutzt. Verschiedene Arten von Relais wurden für diesen Zweck versucht und man hat sich für einen Apparat entschieden, der auf das Princip des Hughes-Elektromagnets gegründet war und von Mr. H. Lartigue, dem früheren Director der Société Générale, im Jahre 1882 patentirt wurde.

Fig. 180.



131. Der oben erwähnte Berthon-Transmitter (vgl. § 53) besteht, wie aus der Fig. 180 ersichtlich ist, aus zwei kreisförmigen Kohlenplatten P P′ (1.5 mm dick und 60 mm Durchmesser), die durch einen Kautschukring B von einander isolirt sind.

Ein kleiner, im Mittelpunkt der Platte P′ angebrachter Ebonitbehälter C ist zu drei Viertel mit körniger Retortenkohle angefüllt. Wenn der Apparat eine schiefe Lage annimmt, so presst die körnige Kohle gegen die vordere Platte P und stellt die Mikrophoncontacte her. Eine cylinderförmige Ebonitdose A, welche den Mikrophonapparat einschliesst, hat an ihrer oberen Seite eine dem Durchmesser der Platte P entsprechende Oeffnung; ein Metallring D, der auf dem Umfang dieser Oeffnung sitzt, hält die Platte mit Hülfe des Kautschukringes B fest. An der unteren Seite der Dose sind drei Löcher T angebracht, so dass die Platte frei schwingen kann; daselbst befinden sich auch die Klemmschrauben b b′ zur Befestigung der Batteriedrähte. Zur Verbindung der Kohlenplatten mit den Klemmschrauben dienen etwas abgeflachte Platindrähte. Ein zweiter Kautschukring B′ ist zwischen der Platte P′ und dem Boden der Dose angebracht.

Digitized by Google

Capitel XVII.

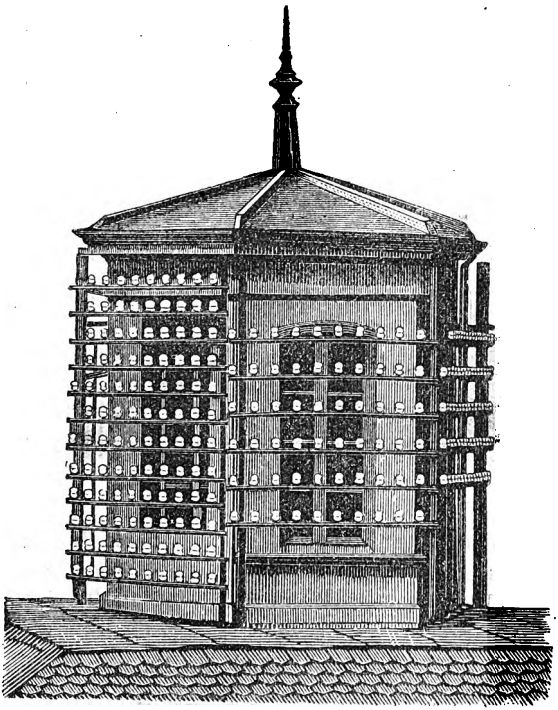
Das Schweizer System.

(Nach einem Originalbeitrag des eidgenössischen Post- und Eisenbahn-Departements und dem Artikel des Herrn Rothen, Journal Télégraphique, Band VII, 1883.)

I. Die Leitungen.

132. Von der Centralstelle, die eine geeignete centrale Lage haben muss, zweigen sich die Hauptleitungen ab, die aus je 30—100 Drähten

Fig. 181.

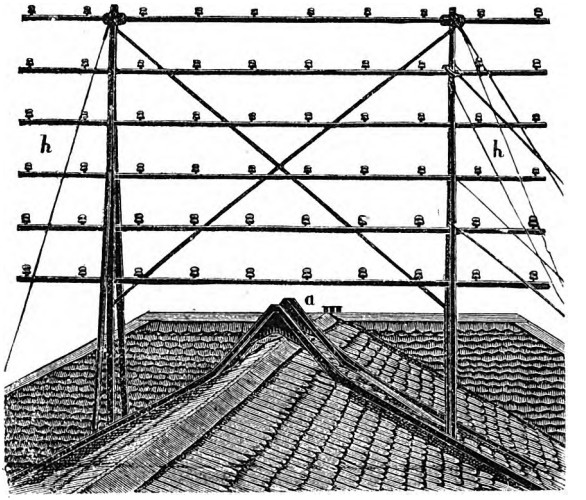


bestehen. Auf dem Dache der Centralstelle ist ein hölzerner Thurm errichtet und um denselben herum sind grosse Gestänge gruppirt (Fig. 181), an welchen die zur sicheren Anbringung der Drähte bestimmten Isolatoren befestigt sind. An grossen Centralstellen werden

Digitized by Google

manchmal zwei oder mehr solcher Thürme errichtet und die Hauptleitungen, die aus 30—120 über einander liegenden Drähten bestehen, zweigen sich von diesen Thürmen in verschiedenen Richtungen nach den Wohnungen der Abonnenten ab. Je nach den Verkehrsverhältnissen der Centralstelle gehen von 3—10 solcher Hauptleitungen von einer Centralstelle aus. Auf geraden, die Richtung der Hauptleitungen befolgenden Linien werden die geeigneten Localitäten zur Errichtung der Drahtstützen gewählt. Die Durchschnittsentfernung zwischen zwei Stützpunkten ist 100 m, um jedoch individuellen Bedürfnissen zu genügen, kann man die Distanz auf 30 m reduciren,

Fig. 182.



oder auf 300 m und sogar noch weiter erhöhen. Die Stützen oder Träger sind senkrechte Stangen von einfachem Flacheisen, 5—6 cm breit, die mit Fussgestellen von $3^1/_2$—4 cm Breite versehen sind. An den verticalen Stangen sind Querträger aus T-Eisen (4—5 cm breit) horizontal angebracht, und ferner sind die Fussgestelle durch Querstücke von Winkeleisen in ihrer Lage befestigt.

Die Richtung der Ebene des Gestänges hängt ganz und gar von der Richtung der Leitung ab; wo nur immer möglich, wird dasselbe parallel mit dem Dachfirst aufgestellt; unter Umständen muss man jedoch das Gestänge auch schräg oder senkrecht zum First stellen. Die Träger werden nicht am Dache befestigt, sondern schreiten ein-

Digitized by Google

fach über dasselbe hinweg, wie dies in Fig. 182 angedeutet ist; sie werden durch ihr eigenes Gewicht, das manchmal 500 kg übersteigt, in ihrer Lage festgehalten. Um die Schiefer- oder Schindeldeckung des Daches zu beschützen, werden Kissen von getheertem Calico, die mit in Mineralöl getränkter Wolle gefüllt sind, zwischen den Fussgestellen und der Dachfläche eingeschoben. Zur weiteren Sicherung der Träger werden dieselben mittelst Drahtseilen an den Dachbalken befestigt. Diese Anordnung ist bei h in Fig. 182 ersichtlich, wo a die über das Dach hinwegschreitenden Fussgestelle sind. Die Anzahl der zwischen den verticalen Stangen angebrachten Querträger ist gewöhnlich 6, und auf jedem derselben befinden sich 8—10 porzellanene Isolatoren, an denen die Leitungsdrähte befestigt sind, deren Zahl sich demnach auf 48—64 für jedes Gestänge beläuft. Die Entfernung zwischen den Isolatoren schwankt zwischen 30—50 cm, je nach der Länge des Gespanns, wie solches aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist:

Für Gespanne	bis	zu		80	m	. . .	30	cm
„	„	„	„	81—110	„	. . .	35	„
„	„	„	„	111—150	„	. . .	40	„
„	„	„	„	151—200	„	. . .	45	„
„	„	über		200	„	. . .	50	„

In der Fig. 182 beträgt die Entfernung 45 cm.

Der von der Schweizer Telephonverwaltung verwendete Draht ist verzinkter Stahldraht von 2 mm Durchmesser. Dieser Draht kann eine Belastung von 400—500 kg aushalten; er ist äusserst biegsam und dehnt sich selbst unter der höchsten Belastung nicht über 2% aus. Sein elektrischer Widerstand ist 60—65 Ohm per Kilometer.

Das Vorwärtsziehen dieses etwas steifen Drahtes bietet einige Schwierigkeiten dar. Schleifen müssen auf's Sorgfältigste vermieden werden, da sie sich nachher nicht wieder entfernen lassen und vor allem darf der Draht keiner Longitudinalspannung ausgesetzt werden. Am besten lässt man den Draht sich von einer konischen Spule mit verticaler Achse abwickeln. Zum Spleissen des Drahtes bedient man sich ausschliesslich der englischen Spleisse. Diese besteht darin (Fig. 183), dass man das Ende jedes Drahtes rechtwinklig biegt, die beiden Enden über einander schiebt, dieselben mit einem Stückchen sehr feinen verzinkten Drahtes von 1 mm Durchmesser umwindet und schliesslich die Spleisstelle in geschmolzenes Loth eintaucht. Es ist förmlich verboten, eine Löthstelle mehr wie 10 m weit von einem Stützpunkt anzubringen. Diese Verordnung ist für die Unterhaltung der Leitungen von grösster Wichtigkeit, denn die einzelnen Drähte verwickeln sich

Digitized by Google

weniger leicht und etwaige, durch das Verwickeln der Drähte nöthig gewordene Reparaturen lassen sich leichter ausführen.

Die Isolatoren sind von Porzellan und sind an kurzen Stäben angebracht, die an den horizontalen Querträgern vernietet sind.

Die Drähte werden niemals auf mehr als 60 kg Beanspruchung gespannt, und der Grund, warum man einen Draht, der eine Belastung von 400 kg aushalten kann, keiner grösseren Spannung aussetzt, liegt in der Strenge des Schweizer Klimas, der Heftigkeit der Gewitter

Fig. 183.

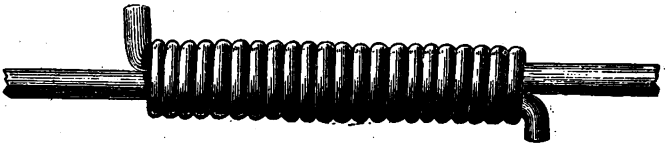
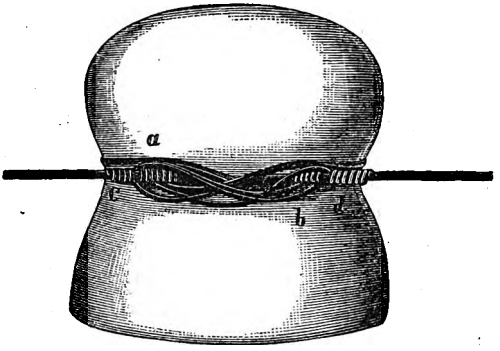


Fig. 184.



und hauptsächlich in den starken Ablagerungen von Reif, die im Winter auf den Drähten erfolgen (vgl. § 76).

In Entfernungen von je 400—500 m wird der Draht am Isolator befestigt, indem man ihn mehreremal um denselben herumwickelt; an den zwischen diesen Entfernungen liegenden Isolatoren wird der Draht einfach mittelst eines Drahtes von 1.5 mm Durchmesser festgebunden. Die Art und Weise der Befestigung des Drahtes am Isolator ist die folgende, in Fig. 184 dargestellte:

Zuerst macht man die Spirale a, dann windet man die beiden Enden des Verbindungsdrahtes um den Isolator, indem man den Leitungsdraht von oben nach unten kreuzt; hierauf bildet man die

Digitized by Google

Spirale b und windet die beiden Enden des Verbindungsdrahtes zum zweiten Male um den Isolator, kreuzt jedoch diesmal den Leitungsdraht von unten nach oben. Mit dem Ende des Drahtes, der zur Bildung der Spirale gedient hat, macht man auf der einen Seite die Spirale e und mittelst des anderen Endes die Spirale d.

In dem Masse, als die Leitungen sich weiter und weiter von der Centralstelle entfernen, indem sie die ganze Zeit Zweige nach allen Richtungen abgeben, werden sie immer weniger an der Zahl und dann bedarf man anstatt der Doppelstützen nur noch einer verticalen Stange, die an den Dachbalken oder an dem First des Hauses befestigt wird. Das Ende jedes Telephondrahtes führt schliesslich zu der Wohnung des Abonnenten und diese Endstrecke ist folgendermassen angeordnet: Ein Isolator ist gewöhnlich so hoch wie möglich am Hause angebracht und von diesem wird der Draht zu einem zweiten Isolator geführt, der so nahe wie möglich an dem Punkte liegt, an welchem der Draht in das Gebäude eingeführt werden soll. Wo nur immer thunlich, erfolgt diese Einführung von der Rückseite des Gebäudes, um die Drähte so viel wie möglich aus den Augen zu halten. Da sich der steife Stahldraht häufig nicht um Erker und andere Vorsprünge biegen lässt, so wird weicher Eisendraht von 1.5 mm Durchmesser zu diesem Zwecke benutzt. Die eigentliche Leitung endet bei dem letzten, an der Wohnung des Abonnenten angebrachten Isolator; die Verbindung zwischen diesem Punkt und der Erdplatte bildet einen Theil der inneren Einrichtung, die wir späterhin betrachten werden.

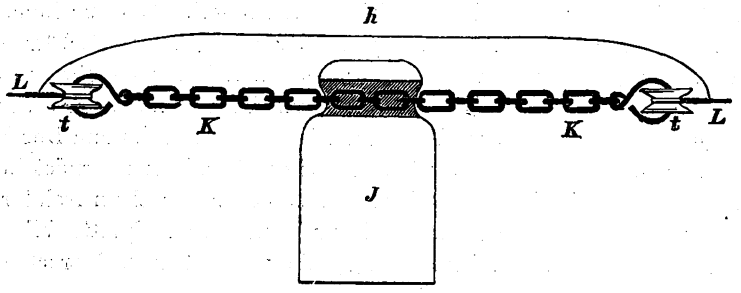
133. Um die Beschreibung der äusseren Anordnung des Telephonnetzes zu vervollständigen, bleibt uns nur noch übrig, der Verfahren zu gedenken, die man einschlägt, um die Gefahr des Blitzschlags zu vermeiden und um das durch die Schwingungen der Drähte verursachte Geräusch zu dämpfen. Ueberall wo der Träger an einem mit einem Blitzableiter versehenen Gebäude befestigt ist, wird letzterer mit dem Träger verbunden. An freigelegenen, dem Wetter ausgesetzten Punkten wird ein besonderer Blitzableiter errichtet. Der Dom der Centralstelle wird immer durch einen mit dem Hauptgestütze verbundenen Blitzableiter geschützt, dessen kupferner Leitungsdraht einen Durchmesser von 7—9 mm hat. Ausserdem werden, wie wir später sehen werden, die Centralstellen sowohl als die einzelnen Sprechstellen mit Blitzschutzvorrichtungen versehen. Alle Spleissstellen des Leitungsdrahtes zwischen dem Träger und der Erde werden auf's Sorgfältigste verlöthet, und eine gute Erdleitung wird als eine wesentliche Bedingung betrachtet. Wenn nur immer möglich, löthet man

Digitized by Google

den Draht an eine grosse Wasserleitungsröhre an; in Ermanglung einer solchen wird eine geeignete Erdverbindung mittelst einer in einen feuchten Ort eingegrabenen Erdplatte hergestellt. Sind noch andere Metallkörper auf dem Dache vorhanden, so werden dieselben mit dem Träger verbunden. Schliesslich ist noch zu bemerken, dass, sobald ein Hauseigenthümer den Wunsch ausdrückt, dass zum Schutze seines Hauses gegen die durch das Vorhandensein eines Gestänges verursachte Gefahr (wirklich oder eingebildet) ein Blitzableiter errichtet werde, die Telephonverwaltung dies unternimmt und die nöthigen Kosten trägt.

Das eigenthümliche, durch die Schwingung der Drähte verursachte Geräusch ist eine grosse Unannehmlichkeit bei der Anwendung von oberirdischen Leitungen und wird manchmal, besonders des Nachts,

Fig. 185.



geradezu unerträglich. Dieses ist hauptsächlich in solchen Gebäuden der Fall, die mit Gestängen versehen sind, und muss daher um jeden Preis verhindert oder wenigstens gedämpft werden. Von allen Auskunftsmitteln, die man zu diesem Zwecke versucht hat, scheint das wirksamste die Verwendung einer Kette K zu sein, die man am Isolator J befestigt und an deren beiden Enden die Drähte angebracht werden. Fig. 185 zeigt diese Kette; dieselbe ist einen Meter lang und an jedem Ende derselben ist ein 8-förmiger Haken, der in eine hölzerne oder porzellanene Rolle t eingreift. Der Leitungsdraht wird um diese Rollen gewunden und an denselben wie an den Isolatoren befestigt. Auf diese Art wird das Geräusch vom Isolator fernegehalten, zu gleicher Zeit jedoch die leitende Verbindung unterbrochen. Um diese letztere wieder herzustellen, wird ein Hülfsdraht h um die beiden Drähte L gewickelt, fest an dieselben angelöthet und in Bogenform frei über den Isolator hinweggeführt.

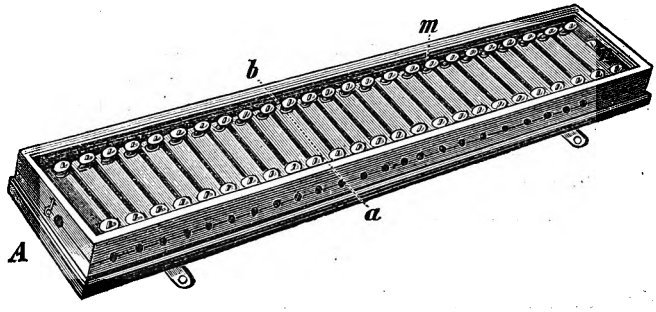
Digitized by Google

II. Centralstellen.

134. Die in die Centralstelle einlaufenden Leitungsdrähte sind mit Blitzplatten im Innern des Domes verbunden.

Diese Blitzvorrichtungen, die in den Figuren 186 und 187 dargestellt sind, haben 25 Platten, welche ebenso viel Drähten entsprechen. A (Fig. 186) ist eine perspectivische Ansicht, B (Fig. 187) ein verticaler Durchschnitt in der Richtung a b ohne Holzrahmen und C ein verticaler Durchschnitt in der Richtung c d. Jede Platte ist 10 cm lang, 16 mm breit und 4 mm dick. Die untere Fläche der Platte ist der Länge nach gerippt und sieht wie eine Säge aus; solche Rippen finden sich auch auf der oberen Fläche der Bodenplatte B g, die in Verbindung mit der Erde steht. Diese beiden Rippensysteme kreuzen sich unter rechtem Winkel, und so erhält man eine grosse

Fig. 186.



Anzahl naheliegender Punkte, welche den Durchgang der Funken von den Lamellen zur Bodenplatte vermitteln. Die Bodenplatte hat 34—35, jede Lamelle 8 Rippen.

Die 25 Löcher an der Längsseite des Kastens dienen zur Einführung der Drähte; sie liegen zur Hälfte im Deckel, zur Hälfte im Boden des Kastens. Zwei Löcher, je eines auf der Schmalseite, dienen zur Verbindung der Bodenplatte mit der Erde.

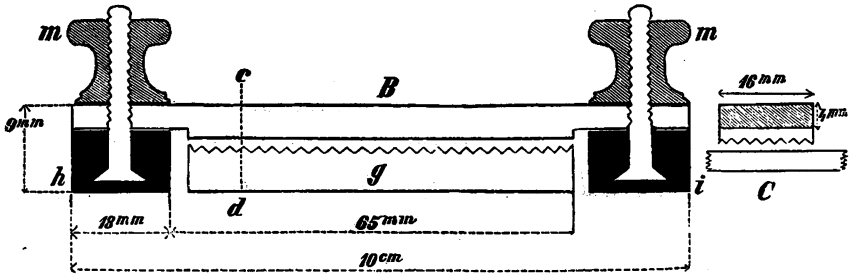
Auf beiden Seiten der letzteren sind zwei Ebonitstäbe h und i angebracht, in welchen die Schrauben m befestigt sind. Die Schraube m dient zu gleicher Zeit zum Festschrauben des den Isolator des Gestänges mit der Blitzplatte verbindenden Drahtes (fil d'introduction genannt) und zur Regulirung der Entfernung zwischen der Lamelle und der Bodenplatte.

Digitized by Google

Meistens befestigt man die Blitzplatten an der Decke des Doms oder oberhalb der Fenster; wenn der zur Einführung der Drähte in die Centralstelle bestimmte Schacht weit genug ist, so werden die Blitzplatten wohl auch an dessen Seitenwänden angebracht. In jedem Falle muss man die Blitzplatten in solcher Weise aufstellen, dass die eintretenden und ausgehenden Drähte den Zugang zu denselben nicht versperren. Der „fil d'introduction" ist von Kupfer und hat blank einen Durchmesser von 1.3 mm und mit seiner doppelten Guttaperchaisolirung von 5 mm; ausser der Guttapercha hat der Draht noch eine Umwicklung von getheertem Hanf.

Diese Drähte sind mit den Leitungsdrähten verlöthet und treten in den Dom durch eine horizontale Oeffnung oberhalb der Fenster ein. Der zwischen dem Isolator und der horizontalen Oeffnung liegende Theil

Fig. 187.



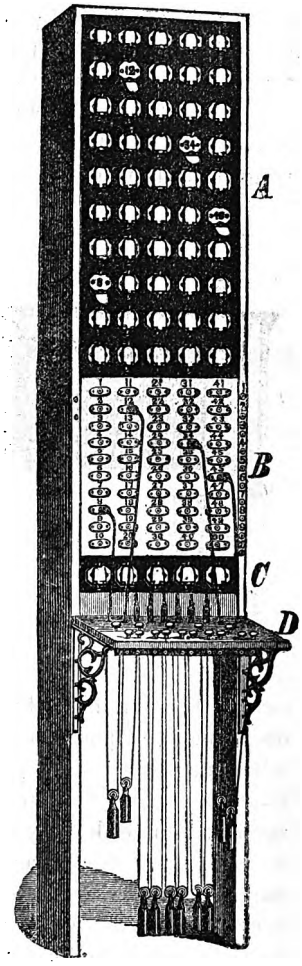
derselben ist von Eisen und ist dem schädigenden Einfluss des Wetters und der Temperatur ausgesetzt, so dass sich trotz der Hanfumkleidung die langsame Oxydation der Guttapercha nicht vermeiden lässt. Man hat demnach Versuche mit Drähten verschiedener Isolirung, wie z. B. Hooper und Callender gemacht; es lässt sich jedoch erst im Laufe der Zeit entscheiden, welche Isolirung die beste ist.

Bei der Einrichtung einer Centralstelle muss man natürlicherweise auch auf zukünftige Bedürfnisse Bedacht nehmen; so z. B. bringt man bei einer für 800 Abonnenten bestimmten Centralstelle zuerst acht 25lamellige Blitzplatten oberhalb zweier Fenster des Domes an und führt alle Abonnentenleitungen, von welcher Seite sie auch kommen, zu diesen Platten, bis die Anzahl von 200 Drähten erreicht ist. Nun genügen die acht Blitzplatten nicht mehr und man geht desshalb zu einer dritten Seite des Domes über und verfährt in gleicher Weise und so weiter.

Digitized by Google

Zwischen den Blitzplatten und den Klappenschränken verwendet man einen mit einer starken Doppelumwicklung von paraffinirter Baumwolle isolirten Kupferdraht von 1 mm Durchmesser. Diese Drähte werden ihrer ganzen Länge nach parallel und in gleicher Entfernung von einander gespannt. Man muss desshalb gleich von Anfang an die nöthigen Vorkehrungen für die Maximalzahl von Abonnenten und für die geeignete Aufstellung der Klappenschränke treffen. Der Dom steht mit dem die Klappenschränke enthaltenden Locale (das wir der Kürze wegen Instrumentenzimmer nennen wollen) mittelst eines Holzschachtes in Verbindung, der so kurz und so gerade wie möglich sein sollte und vertical in der Mitte der Decke des Instrumentenzimmers ausmündet. Die Drähte durchlaufen diesen Schacht in Bündeln von je 50. In Centralstellen von einer Maximalzahl von 800 Abonnenten trifft man Vorkehrungen für 16 solcher Bündel, von denen jedoch nur die 4 ersten endgültig an ihrem geeigneten Platze angebracht werden, solange die Zahl der Abonnenten 200 nicht übersteigt. Im Instrumentenzimmer geht ein jedes dieser Bündel nach einem Klappenschrank von 50 Nummern. Gewöhnlich laufen diese Bündel der Decke entlang, bis sie unmittelbar oberhalb des Klappenschranks ankommen, und steigen von dort senkrecht herab. Wenn der Schacht in der Mitte der Decke ausmündet, so bildet sich eine Art Rosette, die nicht nur das Erkennen der einzelnen Drähte erleichtert, sondern auch dem Auge wohlgefällig ist. Manchmal verwendet man anstatt der einzelnen isolirten Drähte ein 50adriges Kabel. Dies geschieht hauptsächlich, wenn man die Kabel direct nach der Rückseite der Klappenschränke in das Zimmer einführen und so alle Verbindungen verbergen kann.

Fig. 188.

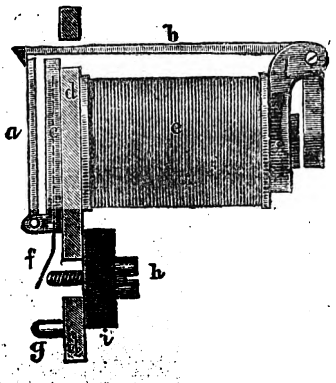


Digitized by Google

Fig. 188 stellt den von der Schweizer Telegraphenverwaltung verwendeten Klappenschrank dar.

Auf einer kleinen Console D sind 10 bewegliche Stöpsel angebracht, vor diesen Stöpseln befinden sich 5 Contactknöpfe und weiter nach vorne noch 10 Contactknöpfe. Bei B befinden sich 50 Stöpsellöcher in 10 Reihen von je 5; bei A sind 50 Klappen, deren Elektromagnete sich hinter dem Schranke befinden und in der Figur nicht sichtbar sind. Wird der Anker des Elektromagnets angezogen, so lässt ein kleines Häkchen die Scheibe der Klappe los und dieselbe fällt. (Die Scheiben 8, 12, 34, 46 sind in diesem Zustand dargestellt.) 5 Elektromagnete mit Klappen ähnlicher Construction sind im Theile C des Schrankes angebracht. Die wesentlichen auf der Rückseite des Schrankes befindlichen Theile sind die folgenden:

Fig. 189.



Der Elektromagnet mit der Fallscheibe ist in Fig. 189 in $^2/_3$ natürlicher Grösse dargestellt.

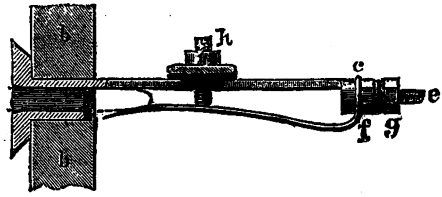
Die zweite Spule ist hinter der Spule e verborgen; d ist eine Platte von weichem Eisen, die eine Reihe von 5 Elektromagneten trägt; s eine Schiene, an welcher die Achse des Elektromagnets und ein dünner, in einem Häkchen endigender Stift b befestigt sind. Wenn der Anker nicht angezogen ist, so hält dieses Häkchen die Scheibe a fest, die durch ihr eigenes Gewicht niederfällt, sobald das Häkchen durch die Anziehung des Ankers emporgehoben wird. Die Scheibe schlägt beim Niederfallen gegen den Stift g an und verursacht dadurch ein Geräusch, das laut genug ist, um im ganzen Instrumentenzimmer gehört zu werden. Zugleich drückt die Scheibe die an der Platte c befestigte Feder f gegen die Schraube h, die durch ein Ebonitstück i isolirt ist. Der Widerstand des Elektromagneten beträgt 90—100 Ohm. Die Feder f schliesst einen unabhängigen Localstrom, in welchen eine Batterie, ein Wecker für den Nachtdienst und ein Polwechsler für den Tagesdienst eingeschaltet sind.

Jedes der 50 Stöpsellöcher (bei B in der Figur) ist eine Art dreicontactiger Morse-Sender, d. h. wenn man einen der 10 Stöpsel in ein Stöpselloch steckt, so wird eine Verbindung unterbrochen, während gleichzeitig eine neue hergestellt wird. Fig. 190 zeigt den

Digitized by Google

Längenschnitt eines dieser Stöpsellöcher; dasselbe besteht aus einem Metallkörper, welcher an seinem vorderen Ende eine cylindrische Bohrung bildet und an seinem hinteren Ende eine Schraube e mit zwei Muttern g und f trägt. In der Mitte dieses Metallkörpers ist eine Schraubenspitze h, der Contactstift, isolirt von dem übrigen Körper befestigt. Gegen diesen Stift presst eine Metallfeder c, die Contactfeder, welche von einer der Schraubenmuttern am Ende des Metallkörpers festgehalten wird. Der Draht des Abonnenten ist zwischen f und g festgeklemmt und von der Schraube h führt ein Draht zum Elektromagnet der Klappe und von da zur Erde. Solange kein Stöpsel in dem Stöpselloch steckt, so bleibt die Klappe in den Stromkreis der Abonnenten eingeschaltet, der durch g, c, h und den Elektromagnet zur Erde geht. Sobald man jedoch einen Stöpsel einsetzt, so wird der Contact zwischen dem Stift h und der Feder c unterbrochen, während der Stöpsel selbst mit der Feder c und folglich

Fig. 190.



mit dem bei g angebrachten Leitungsdraht Contact macht. Will man demnach zwei Abonnenten verbinden, so hat man nichts Weiteres zu thun, als die zwei an dem Ende der Verbindungsschnur befindlichen Stöpsel in die betreffenden Stöpsellöcher der beiden Abonnenten einzustecken.

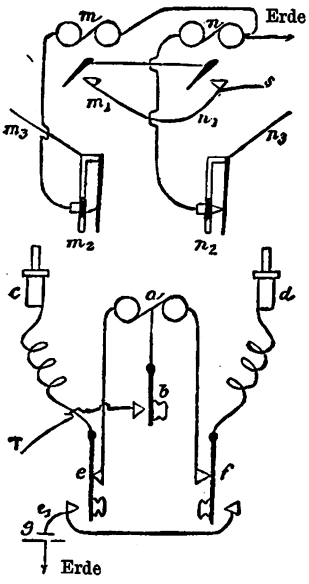
Die Contactknöpfe der Console D erfüllen ihre gewöhnlichen Zwecke und bedürfen keiner weiteren Beschreibung. Die Reihe von fünf Tastern macht einfach zwischen zwei Punkten Contact, die sonst von einander isolirt wären, während die Taster der vorderen Reihe wie Telegraphentaster wirken, indem sie eine Leitung unterbrechen, um eine andere herzustellen.

Die Theile A und B (Fig. 188) des Klappenschranks sind von den Theilen C und D vollständig unabhängig, in den letzteren jedoch bemerken wir so zu sagen fünf Systeme, deren jedes ein vollständiges und bestimmtes, von den anderen unabhängiges Ganzes bildet. Jedes System besteht aus dem Elektromagnet einer der Klappen in Theil C,

Digitized by Google

den beiden der Fallscheibe dieser Klappe nächstgelegenen Stöpseln, ferner dem Taster, der sich unmittelbar vor diesen Stöpseln befindet (ein Taster der hinteren, fünf Taster zählenden Reihe) und zwei Tastern der Vorderreihe (Reihe von zehn Tastern). Wenn man daher im Mittelpunkt einer Fallscheibe des Theiles C eine Linie senkrecht zur verticalen Ebene des Klappenschranks zieht, so wird diese Linie in der Mitte zwischen beiden Stöpseln durch den ersten Taster und in der Mitte zwischen den beiden anderen Tastern hindurchgehen.

Fig. 191.



Um den Betrieb eines Klappenschranks näher zu erläutern, nehmen wir irgend zwei Abonnenten, die in Verkehr zu treten wünschen. m_3 und n_3 (Fig. 191) seien die beiden Abonnentenleitungen, m_2 und n_2 ihre respectiven Stöpsellöcher; a irgend einer der Elektromagnete des Theiles C, c und d die Taster unmittelbar vor dem Elektromagnet und b, e, f die zu diesem Systeme gehörigen Taster; g Batterie zum Aufruf des Abonnenten, T die Sprechvorrichtung des Klappenschranks. Der Taster b ist demnach der Telephoncontact, die andern sind die Aufruftaster. Der Stromlauf bei den verschiedenen Manipulationen, die der Sprechverkehr nöthig macht, lässt sich leicht verfolgen. Der von m_3 und n_3 ausgehende Strom fliesst durch den Metallkörper m_2 und den Elektromagnet m (respective n_2 und n) zur Erde. Nehmen wir an, m_3 habe einen Strom in die Leitung entsandt. Die Scheibe m fällt, der Beamte an der Centralstelle steckt den Stöpsel c in das Stöpselloch m_2. Hiedurch wird die Verbindung des Abonnenten m_3 mit der Centralstelle unterbrochen; man braucht jedoch nur auf den Taster b zu drücken, um mittelst des Telephons T mit m_3 in Verkehr zu treten. Der Beamte bestätigt den empfangenen Aufruf durch das Wort „voilà“ (hier). Der Abonnent m_3 gibt dem Beamten die Anweisung, ihn mit n_3 in Verbindung zu setzen. Der Beamte steckt den Stöpsel d in das Stöpselloch n_2, drückt auf den Taster f und ruft dadurch den Abonnenten n_3. Einen Augenblick nachher drückt der Beamte auf den Taster b, um

Digitized by Google

zu hören, ob n_3 anwesend ist. Im bejahenden Falle sind die beiden Abonnenten nun in Verbindung, ohne jede weitere Manipulation. Erfolgt keine Antwort von n_3, so drückt der Beamte noch einmal auf den Taster f und horcht von Neuem. Sobald der gerufene Abonnent geantwortet hat, wird die Verbindung mit dem rufenden Abonnenten durch den Elektromagnet a hergestellt. Wenn einer der beiden Abonnenten das Schlusssignal gibt, so fällt die Klappe dieses Elektromagnets und zeigt dadurch an, dass die Stöpsel c und d aus den Stöpsellöchern herauszuziehen sind. Bei m_1 und n_1 ist die Vorrichtung für den Nachtdienst angedeutet. Der Wecker und die entsprechende Batterie sind mit dem Polwechsler zwischen s und Erde eingeschaltet.

Wenn die Klappenschränke an einer Centralstelle eine gewisse Anzahl übersteigen, so kann man zwei Abonnenten nicht mehr direct mit einander verbinden, und man muss daher in diesem Falle die Klappenschränke unter einander verbinden. Auf der rechten Seite des Theiles B (Fig. 188) sind 10 Standlöcher, von 1—10 numerirt, ersichtlich, und alle die Löcher der gleichen Nummer an allen Klappenschränken sind mittelst Leitungsdrähten mit einander verbunden. Will man demnach zwei Klappenschränke mit einander verbinden, so braucht man nur einen Stöpsel in dieselbe Nummer an beiden Klappenschränken zu stecken. Angenommen Abonnent 27 wünsche mit Abonnent 752 zu sprechen. An dem ersten Klappenschrank, der die Nummern 1—50 enthält, werden zwei Stöpsel desselben Paares, der eine in das Stöpselloch 27, der andere in das Standloch 1 eingesteckt. An dem die Nummern 751—800 enthaltenden Schranke wird dasselbe Verfahren mit Bezug auf das Stöpselloch 752 und das Standloch 1 befolgt. Die Verbindung ist nunmehr hergestellt, allein 4 Stöpsel, 4 Batteriecontacte, 2 Telephoncontacte und 2 Schlussklappen sind in Anspruch genommen. Um das Verfahren zu vereinfachen, verwendet man eine Schnur mit 2 Stöpseln anstatt des zweiten Stöpselpaares und steckt dieselben in die Löcher 1 und 752. Dann ist der Effect der gleiche, als ob die beiden Abonnenten auf dem die Nummern 1—50 enthaltenden Klappenschrank wären. Die Zahl der Standlöcher liesse sich leicht vermehren; Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass 10 gleichzeitige Verbindungen für alle Zwecke genügend sind.

134. Zwei Aufrufsysteme fanden ursprünglich in der Schweiz Verwendung. In Basel wurden zuerst directe Ströme hiezu benutzt, während an allen anderen Centralstellen Wechselströme in Gebrauch waren. In einigen grossen amerikanischen Centralstellen werden Dynamos zur Erzeugung dieser Wechselströme benutzt; in der Schweiz

Digitized by Google

wird ein rascher Wechsel des ursprünglichen Batteriestroms durch den in Fig. 192 dargestellten automatischen Apparat herbeigeführt. Oben am Apparat befindet sich ein starker Magnet, an welchem ein Pendel befestigt ist. Letzteres wird durch zwei Spulen eines polarisirten Elektromagnets in Bewegung gesetzt, deren Kerne dieselbe Polarität besitzen, während das Pendel die entgegengesetzte Polarität zeigt. Auf einer Platte sind zwei Contactsysteme angebracht, deren eines die Schwingungen des Pendels, während das andere den Stromwechsel regulirt.

Fig. 192.

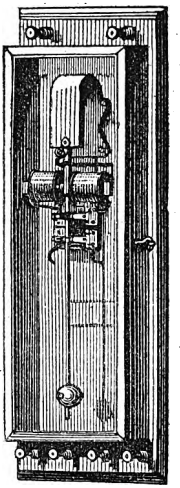


Fig. 193.

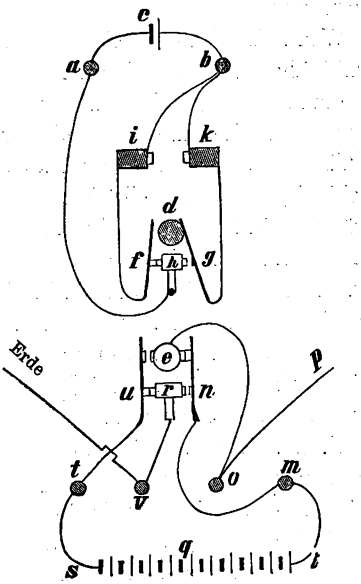


Fig. 193 zeigt den Apparat in schematischer Darstellung. d und e sind verticale Durchschnitte des Pendels an den Punkten, an denen sich die beiden Contactsysteme befinden. Der Batteriestrom geht von der Klemme b zu der Spule i und kehrt durch die Feder f, das befestigte Stück h und die Klemme a zur Batterie c zurück. Die Spule i zieht das Pendel an, und in Folge dieser Anziehung wird der Contact zwischen f und h unterbrochen und ein neuer Contact zwischen g und h hergestellt. Der Strom fliesst nun durch Spule k, das Pendel nimmt wiederum die in der Figur dargestellte Lage ein und setzt seine Schwingungen in der angegeben Weise fort. Eine Batterie von zwei

Digitized by Google

Elementen genügt für diesen Zweck, allein dieselben müssen constant sein, da sie beinahe beständig in Thätigkeit sind.

Der Durchschnitt e des Pendels zeigt die Contactwechsel, die durch die Federn u und n vermittelt werden. Wenn das Pendel nach rechts schwingt, so legt sich die Feder u gegen das feste Stück r an, und das Pendel macht mit der Feder n Contact. Der positive Strom geht von t der Batterie q aus, fliesst durch m, n, Pendel e, Klemme o und p und langt am Punkte e_1 (Fig. 191) an; der negative Strom geht von s aus und fliesst durch die Feder u, Contactstück r und Klemme v zur Erde. Schwingt das Pendel nach links, so gelangt der negative Strom über t, u, e, o, p nach e_1 (Fig. 191), und der positive Strom fliesst über m, n, r, v zur Erde. Die Batterie q besteht aus Leclanché-Elementen, deren Anzahl von der Ausdehnung des Telephonnetzes abhängt.

Der Sprechapparat des Beamten bedarf keiner besonderen Beschreibung; derselbe besteht aus einem in geeigneter Höhe angebrachten Transmitter und einem Empfänger, der unterhalb desselben in solcher Weise aufgehängt ist, dass er sich von dem Beamten leicht ans Ohr führen lässt.

Es ist noch zu bemerken, dass an einer Centralstelle von 100 oder mehr Abonnenten der Stromkreis des Mikrophons beständig geschlossen ist, und dass man desshalb eine constante Batterie für diesen Zweck bedarf. In der Schweiz wendet man gewöhnlich vier Callaud-Elemente hiezu an.

III. Gewöhnliche Fernsprechstellen.

135. Nach einer langen Reihe von Versuchen, welche die eidgenössische Telephonverwaltung mit verschiedenen Transmittern anstellte (vgl. Cap. IX), hat dieselbe sich für den Blake-, Crossley-, Berliner- und Theiler-Transmitter entschieden, und es bleibt dem Abonnenten überlassen, welchem von den vieren er den Vorzug gibt. Diese Instrumente, sowie auch der Empfänger sind an geeigneter Stelle (vgl. p. 42 und 43) beschrieben worden, und wir gehen desshalb zu den übrigen in der Wohnung des Abonnenten gebrauchten Apparaten über.

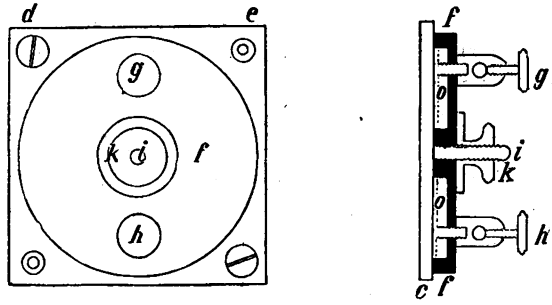
Wie schon oben erwähnt, ist der Batterieaufruf beinahe vollständig verschwunden, und der sogenannte Magnetoaufruf steht nun im allgemeinen Gebrauch. Derselbe wurde im Capitel X ausführlich beschrieben; dasselbe lässt sich vom Wecker sagen, und so bleibt uns nur noch übrig, über die beim Abonnenten gebrauchte Blitzplatte,

Digitized by Google

über die Schaltung der verschiedenen Apparate und den Modus operandi beim Sprechverkehr zu berichten.

Fig. 194 stellt einen Grundriss und einen verticalen Durchschnitt der Blitzplatte dar. Dieselbe besteht aus einer auf der oberen Fläche gerippten Bodenplatte c, die durch eine der Schrauben d mit der Erde verbunden ist, und einer Ebonitscheibe f, die auf der Bodenplatte mittelst der Schraube i und der Schraubenmutter k befestigt ist. Die Ebonitscheibe ist ausgehöhlt, und eine auf der unteren Fläche gerippte Metallplatte o füllt die Höhlung bis auf einige Zehntelmillimeter aus. Wenn man die Ebonitscheibe auf der Bodenplatte festschraubt, so stehen sich die Rippen der Platten o und c gegenüber und sind durch einen leeren Raum von der Dicke eines Papierblatts von einander getrennt, so dass die elektrischen Entladungen

Fig. 194.



sich durch diesen Raum hindurch einen Weg zur Erde bahnen können. Die beiden Klemmschrauben g und h sind in Verbindung mit der Platte o. Bei g ist der (fil d'introduction) Einführungsdraht (derselbe, den man im Dome der Centralstelle verwendet) befestigt, welcher den letzten Isolator mit der Blitzplatte verbindet, und von der Klemmschraube h geht der zu der Sprechvorrichtung führende Draht aus. Der von der Schraube d ausgehende Erddraht hat einen Durchmesser von 1.3 mm und wird, wenn möglich, an eine Wasserleitungsröhre (manchmal auch an eine Gasröhre hinter dem Gasometer, vgl. § 88) verlöthet. In Ermangelung einer solchen gräbt man eine Eisenplatte an einem feuchten Platze ein und befestigt an derselben einen Kupferdraht von 3.5 mm, der etwa 1 m über den Boden hervorragt und dort mit dem von der Blitzplatte kommenden Drahte verlöthet wird.

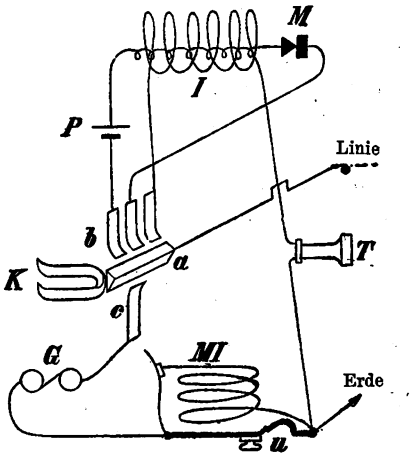
Das Magneto, der Transmitter, der Empfänger und die Batterie

Digitized by Google

(vorausgesetzt, dass dieselbe nur aus einem Element besteht) werden unter einander leitend verbunden und auf einer kleinen Wandconsole angebracht, die zum Voraus mit den nöthigen Verbindungen versehen ist, so dass man nur zwei Verbindungen auszuführen hat, die eine mit der Klemme h und die andere mit einer der Schrauben d der Blitzplatte. Derselbe Draht, der zur Verbindung der Blitzplatten mit den Klappenschränken dient, wird auch zu diesen Verbindungen benutzt. Alle Spleissstellen müssen sorgfältig verlöthet und die Löthstellen durch eine Kautschukröhre ferner gesichert werden.

Wenn mehr als ein Element erforderlich ist, z. B. im Falle eines Batterieaufrufs, so trägt die Wandconsole nur das Magneto, den Empfänger und Transmitter, während man die Batterie in einem besonderen Kasten an einem geeigneten Platze im Zimmer aufstellt. Der zur Verbindung der Batterie mit dem Sprechapparat dienende Draht ist derselbe, der zur Verbindung der Blitzplatte mit der Erde dient. Der Wecker, der je nach der Wahl des Aufrufsystems für directe oder Wechselströme eingerichtet ist, hat einen Widerstand von etwa 100 Ohm. Der Wechselstromwecker ist viel empfindlicher als der andere und läutet noch durch einen Widerstand von 10000 Ohm. Das Magneto hat eine Elektromotivkraft von etwa 45 Volt und einen inneren Widerstand von etwa 500 Ohm.

Fig. 195.



136. Fig. 195 zeigt die Art und Weise der Schaltung der verschiedenen Theile einer gewöhnlichen Fernsprechstelle: K ist der automatische Umschalter, G der Wecker, MI der elektromagnetische Inductor, P die Mikrophonbatterie, I das Inductorium des Mikrophons, T das Telephon. Das Prisma a des Umschalters liegt gegen die Feder c an, wenn der Empfänger aufgehängt ist. Bei u ist ein Taster, der beim Niederdrücken die Nebenleitung, in welcher das Magneto sich befindet, kurz schliesst. In den Magnetos neuerer Construction erfolgt dieser Kurzschluss automatisch durch das Drehen der Kurbel.

Digitized by Google

Folgendes ist der Stromlauf in den vier verschiedenen möglichen Fällen:

1) Der Abonnent wird gerufen.

Der Strom kommt von der Leitung, fliesst über a c, den Wecker G und geht über u zur Erde.

2) Der Abonnent ruft.

Der Strom wird bei M I erzeugt, fliesst über G, c und a zur Leitung und kehrt über M I zur Erde zurück.

3) Der Abonnent empfängt eine Mittheilung.

Das Telephon wird vom Haken genommen und an's Ohr gehalten. Der Leitungsstrom fliesst über a und eine der drei Federn b, durch den secundären Draht des Inductoriums I, zum Telephon und von dort zur Erde.

4) Der Abonnent spricht.

Der Strom geht von P aus. Der Localstrom dieser Batterie fliesst durch den Primärdraht des Inductoriums I, das Mikrophon M und kehrt über die beiden Federn b und über a zur Batterie zurück. Die im secundären Draht des Inductoriums I hervorgebrachten Variationen des Stromes werden durch eine der beiden Federn b und a der Leitung entlang gesandt und kehren durch die Erde und Telephon T nach P zurück.

Wenn die Fernsprechvorrichtungen in einem geräuschvollen Locale aufgestellt sind, z. B. in einer Fabrik, Werkstätte oder in einem Restaurant, so werden immer zwei Empfänger verwendet. Sind die Mauern des Hauses durch den Betrieb grosser Maschinen oder den Strassenverkehr Erschütterungen ausgesetzt, so wird das Mikrophon nicht auf der Wandconsole angebracht, sondern an zwei Kautschukstreifen aufgehängt. Leclanché-Batterien werden ausschliesslich verwendet. Verschiedene Hülfsapparate sind häufig an den Fernsprechstellen in Gebrauch.

So z. B. benutzt man häufig Hülfswecker, um den Aufruf in verschiedenen Räumen eines Hauses oder selbst ausserhalb desselben zu hören. Wecker verschiedener Construction werden hiezu benutzt und durch besondere Umschalter ein- und ausgeschaltet.

137. Es kommt häufig vor, dass der Abonnent mit der Centralstelle und gleichzeitig mit einem anderen Theile der Stadt in Verkehr treten will. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Geschäftsmann, dessen Wohnung in einiger Entfernung von seinem Geschäftslocal liegt, mit diesem sowohl als auch mit der Centralstelle in gleichzeitiger Verbindung sein will. Dies wird erzielt, indem man die Verbindungslinie der Centralstelle mit dem Geschäftslocal bis an das Haus ver-

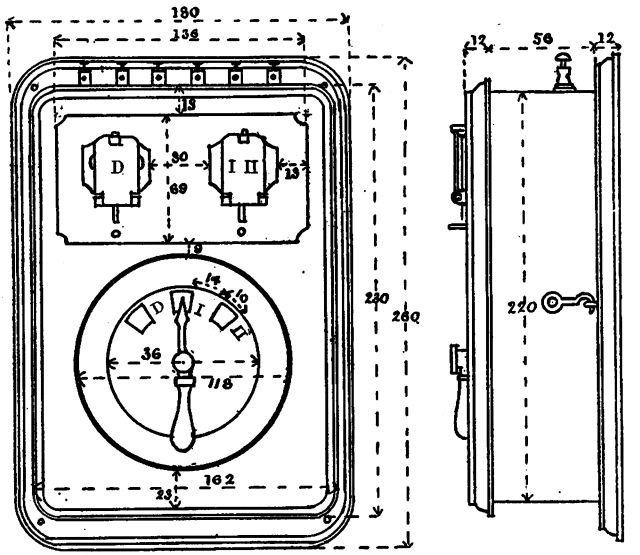
Digitized by Google

längert oder vice versa und auf diese Art zwei Sprechstellen auf einer gemeinschaftlichen Linie erhält.

Einrichtungen dieser Art, Zwischensprecher genannt, haben wir schon in Capitel XIII ausführlich besprochen, und wir haben hier nur noch einige Anordnungen ähnlicher Art zu erwähnen, die man Herrn Rothen, dem Director der eidgenössischen Telegraphen, verdankt.

Es ist hier zu bemerken, dass die Telephonverwaltung ähnliche Einrichtungen so viel wie möglich begünstigt, indem sie den jähr-

Fig. 196.



lichen Beitrag reducirt, und ferner, dass das Publikum diese Vergünstigung zu schätzen weiss und einen ausgedehnten Gebrauch davon macht.

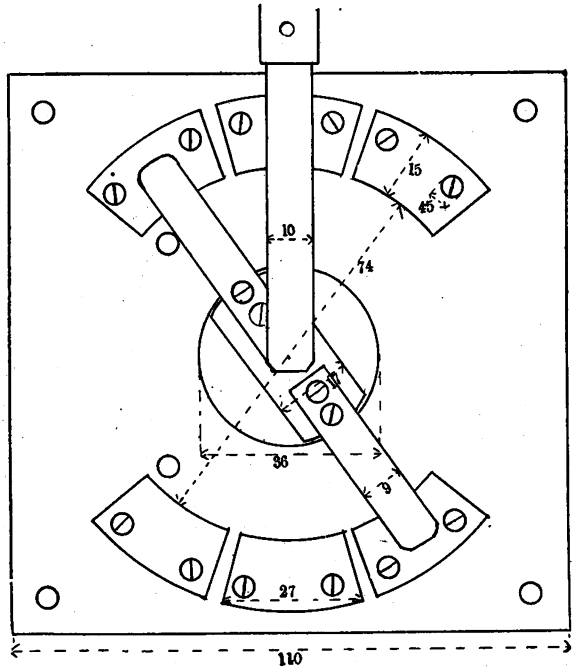
Die erste Bedingung eines solchen Systems ist, dass die verschiedenen Aufrufe vollständig unabhängig von einander seien, und dass die Möglichkeit eines irrigen Aufrufs an irgend einer der Sprechstellen ausgeschlossen sei.

Der von Herrn Rothen zu diesem Zwecke construirte Apparat ist in der Fig. 196 angegeben. Das Kästchen wird neben dem eigentlichen Fernsprechapparat aufgestellt. Unterhalb der sechs oben am Kästchen angebrachten Klemmen sind zwei Klappen in jeder Hin-

Digitized by Google

sicht denen der Fig. 188 ähnlich. Unterhalb der Klappen befindet sich eine Scheibe mit Zeiger, der drei verschiedene Stellungen, D, I und II, einnehmen kann: Wenn der Zeiger vertical auf I steht, so kann die Centralstelle die Zwischenstelle rufen und umgekehrt. Wenn die Endstelle in dieser Lage die Zwischenstelle ruft, so fällt die Klappe rechts und läutet eine Hülfsglocke. Die Zwischenstelle stellt den Zeiger auf II; hiedurch werden die Verbindungen umgestellt, und

Fig. 197.



die Zwischenstelle kann nunmehr mit der Endstelle verkehren, als ob die Centralstelle gar nicht existirte. Ruft nun die Centralstelle, so fällt wiederum die Klappe rechts, und die Hülfsglocke läutet. Die Manipulationen an der Zwischenstelle sind demnach sehr einfach; wenn der Wecker des Fernsprechapparates geläutet wird, so wird der Aufruf wie ein gewöhnlicher Aufruf von der Centralstelle behandelt; fällt jedoch die Klappe rechts, während die Hülfsglocke zugleich läutet, so wird der Zeiger nach einer der beiden Stellungen I und II gebracht, die er vorher nicht eingenommen hat, welches auch seine ursprüngliche Stellung gewesen sein mag.

Digitized by Google

Wenn die Endstelle in directen Verkehr mit der Centralstelle treten will, so stellt die Zwischenstelle den Zeiger auf D, und dies bezweckt den Kurzschluss der Apparate der Zwischenstelle, mit Ausnahme der Klappe D links, welche durch einen Stromimpuls nach Beendigung des Gesprächs zum Fallen gebracht wird.

Fig. 197 ist eine Innenansicht und Fig. 198 ein Querschnitt des Apparates.

Fig. 198.

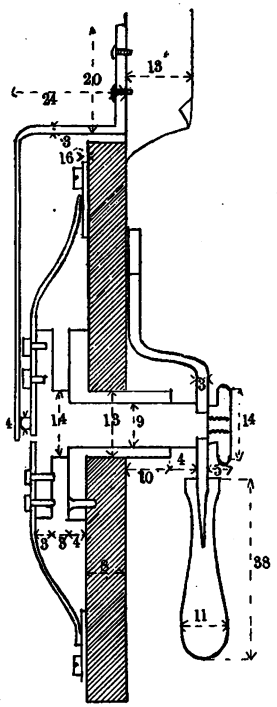


Fig. 199.

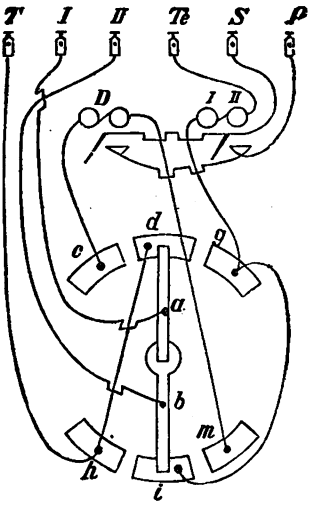


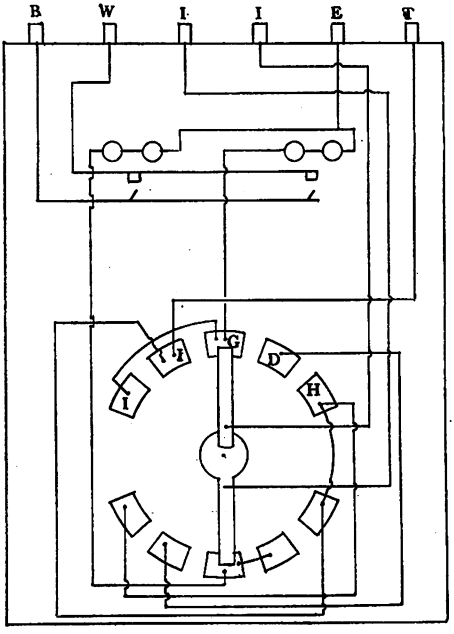
Fig. 199 ist eine schematische Darstellung der Schaltungsweise. Der Zeiger ist auf der Rückseite der Scheibe in Contact mit zwei von einander isolirten Federn a und b. Diese Federn schleifen über sechs Contactschienen, c, d, g, h, i und m, die Segmente eines Kreises bilden, und zwar in solcher Ordnung, dass, wenn a gegen c, d oder g anliegt, die Feder b mit m, i oder h Contact macht. D und I II sind die den Klappen gleichen Namens entsprechenden Elektromagnete, und unterhalb derselben sieht man die Federn und Contact-

Digitized by Google

stücke, welche den localen Stromkreis des Weckers schliessen; zu diesem Stromkreis gehören noch die Klemmen S und P.

Angenommen der Zeiger habe die in der Figur angegebene Stellung. Ein über Klemme I eintretender Strom fliesst über a, d, h nach Klemme T und von dort zum Telephon, während ein über Klemme II eintretender Strom über b, i, g, den Elektromagnet I II und von dort über Klemme Te zur Erde fliesst. Bringt man die beiden Federn a und b über die Segmente g und h, so werden, wie

Fig. 200.



man sich aus der Figur überzeugen wird, die Verbindungen umgestellt. Wird der Zeiger in die Stellung c m gebracht, so fliesst der über I eintretende Strom über a, c, den Elektromagnet D und von dort über m und b zur Klemme II. Die Fallscheibe an der Zwischenstelle muss unmittelbar nach dem Fallen in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht werden, denn die Glocke läutet, solange die Scheibe gegen den Contact unterhalb derselben anliegt.

Eine unbedeutende Veränderung der obigen Anordnung ermöglicht die Verwendung eines Wechselstromweckers, der keiner Batterie

Digitized by Google

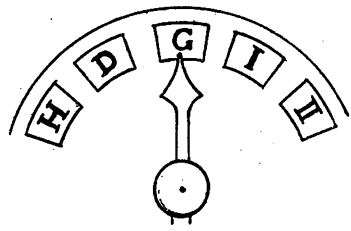
bedarf und nur so lange läutet, als die Kurbel an der rufenden Stelle gedreht wird.

Will die Zwischenstelle die Unterhaltung der Centralstelle und der Endstelle mit anhören, so wird ein fünfcontactiger Umschalter benutzt, dessen Schaltung und Scheibe in Fig. 200 und Zeiger in Fig. 201 angegeben sind.

138. Manchmal wünscht ein Abonnent der Centralstelle direct nach verschiedenen Richtungen hin zu sprechen. Dies wäre der Fall, wenn ein Geschäftsmann verschiedene Geschäftslocale in der gleichen Stadt besitzt und sein Hauptbureau mit allen Zweigbureaux und mit der Centralstelle verbinden wollte. Das Hauptbureau wird in diesem Falle zu einer Art secundärer Centralstelle, und der Hülfsapparat nimmt die Form einer Art von Klappenschrank an, der ebenso viele Nummern hat, als Drähte von dem Hauptbureau ausgehen.

Fig. 202 gibt eine perspectivische Ansicht eines zur Verbindung von zehn Sprechstellen mit einer Zwischenstelle (Hauptbureau) bestimmten Apparats.

Fig. 201.



Oben am Gestelle sind 15 Klemmen; eine derselben führt nach der Sprechvorrichtung der Zwischenstelle, eine zweite nach der Feder, mit welcher der automatische Umschalter in Contact ist, wenn das Telephon am Haken hängt, eine dritte zur Erde, zwei nach dem Wecker und der Localbatterie und die übrigen zehn nach den mit der Zwischenstelle verbundenen Sprechstellen. Auf der Vorderfläche des Gestells sind zehn Klappen in zwei Reihen von je fünf und unterhalb dieser sind zwei Schlussklappen. Dann kommen drei Umschalter in derselben Horizontallinie gelegen. Der mittlere, der einen grossen Druckknopf besitzt, hat drei mögliche Stellungen: links, rechts und vertical. Die beiden Umschalter auf den Seiten haben je zwei Stellungen, eine horizontale und eine schiefe. Unterhalb dieser Umschalter befinden sich zehn Stöpsellöcher, die den zehn Klappen entsprechen. Zwei Paar Verbindungsschnüre, die von der unteren Kante des Gestells herabhängen und in Stöpseln enden, gehören ferner zur Einrichtung. Im Ruhestand sind die Klappen geschlossen, die seitlichen Umschalter sind in horizontaler Lage, der mittlere Umschalter steht nach rechts oder links, die vier Verbindungsschnüre hängen am Gestell herab.

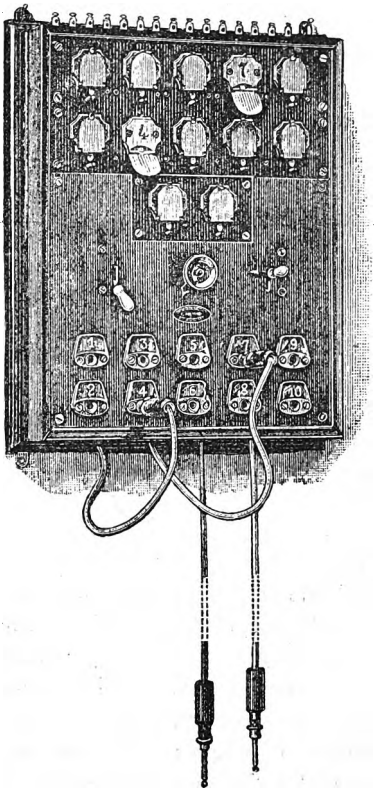
Die in der Figur angezeigte Stellung setzt voraus, dass zwischen

Digitized by Google

Nr. 4 und Nr. 7 Verbindung hergestellt ist, und dass die Zwischenstation sich davon überzeugen kann, ob die beiden Sprechstellen in Verkehr treten können.

Fig. 203 zeigt die innere Einrichtung; a und b sind die Klappen der Sprechstellen Nr. 4 und Nr. 7; a′ und b′ die entsprechenden Stöpsellöcher, c ist das Relais der Schlussklappe auf der linken Seite, d der Umschalter links, g der mittlere Umschalter, h und i das eine Paar Verbindungsschnüre links, M führt nach der Contactfeder des automatischen Umschalters des Magnetos, T nach dem Telephon der Zwischenstelle. Angenommen Sprechstelle Nr. 4 will mit Nr. 7 sprechen; die Klappe a fällt, die Zwischenstelle steckt den Stöpsel i in das Stöpselloch a′ (der Umschalter g muss in Verbindung mit i sein) und erkundigt sich, was Nr. 4 will; Verbindung mit Nr. 7 wird verlangt, und die Zwischenstelle steckt den Stöpsel h in das Stöpselloch b′, während das Telephon die ganze Zeit am Ohr verbleibt, ruft Nr. 7 mittelst des Magnetos und stellt den Umschalter d auf u. Sobald Nr. 4 und Nr. 7 mit einander im Gespräch sind, schaltet sich die Zwischenstelle aus, indem sie den Umschalter g nach rechts dreht. Während Nr. 4 und Nr. 7 mit einander sprechen, kann man mittelst des Paares Verbindungsschnüre rechts eine zweite Verbindung herstellen; in diesem Falle wird jedoch die Centralstelle dadurch ausgeschaltet, dass man den Umschalter g vertical stellt. Alle Klappen schliessen beim Abfallen den Localstromkreis der Batterie und des Weckers. Diese Verbindungen sind jedoch der Deutlichkeit halber auf Fig. 203 weggelassen.

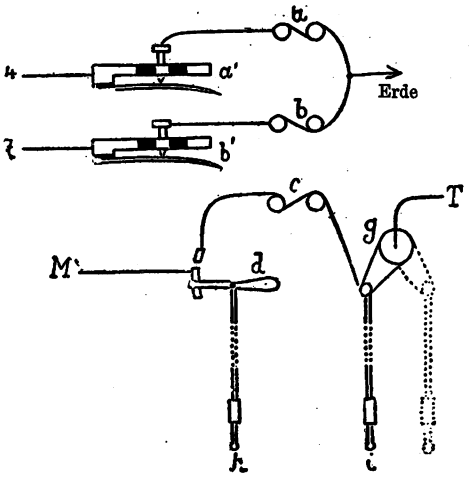
Fig. 202.



Digitized by Google

Die Telephonverwaltung ist äusserst zuvorkommend und trägt allen individuellen Bedürfnissen, welcher Art sie auch sein mögen, Rechnung; auch wird in allen Fällen der jährliche Beitrag solchen Ausnahmsfällen angepasst. In Folge hievon führt jeder Abonnent diejenige Combination bei sich ein, die seinen Bedürfnissen und seinem Beutel am besten entsprechen, und es ergeben sich hieraus viele solcher combinirten jährlichen Beiträge. So z. B. verlangt A Verbindung mit der Centralstelle und mit a, b, c und d; a, b, c wollen nur mit A, während c sowohl mit A als mit der Centralstelle verkehren will. Ein specieller Klappenschrank wird in diesem Falle hergestellt, welcher

Fig. 203.



ausschliesslich die zwischen der Verwaltung und dem Abonnenten stipulirten Verbindungen erlaubt.

Uebersteigt die Abonnentenzahl einer Centralstelle 600, so wird das Multipelgestell der Western Electric Company (vgl. Cap. XV) angewandt. Wird ein Telephonnetz so gross, dass sich die Drähte nicht mehr in einer Centralstelle anbringen lassen, so werden deren 500 bis 800 unterirdisch nach einem geeigneten Orte in einiger Entfernung von der Centralstelle geführt und zweigen sich dort von einer Art Thurm nach der Nachbarschaft ab. Zur Verbindung dieser Telephonthürme mit der Centralstelle dienen die sogenannten inductionsfreien Kabel der Firma Felten und Guilleaume von Mülheim oder das Patterson-Kabel der Western Electric Company. Das Princip, dass

Digitized by Google

für ein bestimmtes Telephonnetz nur eine Centralstelle besteht, wird auf's Strengste befolgt.

139. Folgendes sind die von der eidgenössischen Telegraphenverwaltung erlassenen Anweisungen über den Gebrauch des Telephons:

I. Zwischen den Abonnenten eines und desselben Telephonnetzes.

a) Der Abonnent ruft.

1) Man ruft die Centralstelle auf, indem man die Kurbel auf der rechten Seite des Kästchens eine schnelle und vollständige Umdrehung machen lässt und zu gleicher Zeit auf den schwarzen Knopf unterhalb des Kästchens drückt.

Ist kein Knopf vorhanden, so genügt es, die Kurbel in der Richtung eines Uhrzeigers zu drehen.

2) Unmittelbar nach dem Anläuten nimmt man das Telephon vom Haken (sind zwei Telephone vorhanden, so muss man das links jedenfalls abnehmen, im Falle man nicht beide gebraucht) und hält dasselbe so nahe als möglich, ohne jedoch zu drücken, an's Ohr.

Der Beamte an der Centralstelle läutet nicht zurück, sondern antwortet einfach „voilà" und darauf theilt ihm der Abonnent, zwar in gewöhnlichem Tone, aber deutlich und in einer Entfernung von 10—20 cm vom Transmitter den Namen oder die Nummer des gewünschten Abonnenten mit.

3) Während der Beamte den zweiten Abonnenten aufruft, behält der erste sein Telephon am Ohr, bis er die Antwort „voilà" hört; und nun kann das Gespräch beginnen. Sobald das Gespräch beendigt ist, muss man das Telephon sofort wieder an den Haken hängen und der Abonnent, der zuerst gerufen hat, gibt seiner Kurbel eine kleine Drehung, um die Centralstelle zu benachrichtigen, dass die Verbindungen aufgehoben werden können. Dieses Endsignal hört auch der zweite Abonnent und muss dasselbe nicht für einen neuen Aufruf halten.

b) Der Abonnent wird gerufen.

Der gerufene Abonnent läutet nicht zurück, wenn er seinen Wecker läuten hört, er nimmt sofort sein Telephon vom Haken, bringt dasselbe an's Ohr und antwortet „voilà".

II. Zwischen den Abonnenten verschiedener Telephonnetze.

Angenommen die Centralstelle der Telephonnetze I, II etc. seien mit einander verbunden und Abonnent A des ersten Netzes I wolle

Digitized by Google

mit Abonnent Z des dritten Netzes III sprechen, so ist folgendes das Verfahren:

1) Der Abonnent ruft seine Centralstelle durch eine kräftige Drehung der Kurbel auf, nimmt dann sein Telephon vom Haken und hält dasselbe an's Ohr.

2) Der Beamte an der Centralstelle I antwortet sofort „voilà", ohne zurückzuläuten, worauf Abonnent A den Namen oder die Nummer des Abonnenten Z (Netz III) angibt, und der Beamte wiederholt die angegebene Nummer, um sich zu vergewissern, dass er richtig verstanden hat.

3) Während Abonnent A sein Telephon am Ohre behält, ruft Centralstelle I Centralstelle II und verbindet den Abonnenten A mit letzterer; der Beamte behält sein Telephon am Ohr, bis er hört, dass das Gespräch zwischen dem Abonnenten A und der Centralstelle II begonnen hat.

4) Der Beamte der Centralstelle II spricht sofort mit Abonnent A und sagt: „Dies ist Centralstelle II, was wünschen Sie?" A wiederholt seinen Wunsch und Centralstelle II verfährt in gleicher Weise wie Centralstelle I und verbindet A mit Centralstelle III.

5) Der Beamte der Centralstelle III verfährt in gleicher Weise wie der der Centralstelle II, ruft dann den Abonnenten Z und stellt die Verbindung zwischen A und Z her.

6) Z nimmt sein Telephon vom Haken und sagt „voilà". Dann beginnt das Gespräch.

7) Nach Beendigung desselben müssen beide Abonnenten das Endsignal geben, worauf die Stationen I, II etc. die Verbindungen aufheben. Wird das Signal nur von einem der beiden Abonnenten gegeben, so kann es nicht gehört werden und die Verbindungen werden nicht aufgehoben.

Jede Centralstelle hebt die Verbindung nur dann auf, wenn sie von der nächstfolgenden eine Antwort empfangen hat. Wenn ein gerufener Abonnent auf zwei oder drei successive Aufrufe oder nach dem Verlauf einiger Minuten nicht antwortet, so wird er als abwesend betrachtet.

Wenn eine Centralstelle die Verbindung nicht machen kann, entweder weil der Draht schon in Anspruch genommen ist oder weil der gerufene Abonnent nicht antwortet, muss der Beamte den rufenden Abonnenten hievon benachrichtigen, indem er sagt: „Draht in Anspruch genommen" oder „Herr Z antwortet nicht", worauf A das Endsignal gibt. Es versteht sich von selbst, dass A nach einiger Zeit seinen Aufruf wiederholen oder, ehe er das Endsignal gibt, den be-

Digitized by Google

treffenden Beamten beauftragen kann, ihn zu benachrichtigen, wenn der betreffende Draht frei ist.

Die wesentlichste Bedingung ist, dass die aufgerufene Stelle (Central- oder Abonnenten) niemals zurückläutet, da dieses nothwendigerweise zu Irrthümern und Confusion führen muss. Die Antwort der gerufenen Stelle darf nur eine mündliche sein. Der Beamte der Centralstelle nimmt von jedem Gespräch zwischen Abonnenten verschiedener Netze und dessen Dauer Vormerkung. Der erste rufende Abonnent hat eine Extraabgabe von 20 Centimes für jede 5 Minuten oder Bruchtheil von 5 Minuten zu entrichten. Die Rechnung für diese Extrabeträge wird dem Abonnenten monatlich eingesandt.

Der obige Betrag von 20 Centimes ist nur provisorisch und wird wahrscheinlich erhöht werden.

Allgemeine Anmerkungen.

Das Gespräch sollte im gewöhnlichen Tone geführt werden, gerade so, als ob die Person, mit der man spricht, nahe bei einem wäre; geschrieen sollte unter keinen Umständen werden. Wenn man die Antwort undeutlich hört, so muss man seinen Correspondenten ersuchen, näher an den Apparat heranzutreten; vibrirt die Stimme oder klingt dieselbe zu laut, so muss er weiter zurücktreten.

Wenn man den Aufruf macht, muss das Telephon immer an dem linken Haken hängen oder die Glocke läutet nicht. Der Abonnent darf unter keinen Umständen seinen Apparat aus einander nehmen oder sich mit den Drähten befassen.

Irgend welche Beschädigung oder temporäre Betriebsstörung muss sofort der Centralstelle mitgetheilt werden, die allein das Recht hat Reparaturen anzustellen.

Alle Reclamationen bezüglich mangelhafter Apparate und Leitungen, fehlerhafter Beförderung von Telegrammen durch das Telephon, mangelhaften Betriebs an der Centralstelle sollten ohne Verzug bei der Centralstelle des Ortes (dem Oberaufseher des Netzes) oder nöthigen Falles bei der Telegraphendirection in Bern gemacht werden. Die Abonnenten werden ersucht, keine Zahlungen zu empfangen noch solche zu machen, wenn die Rechnung nicht mit dem officiellen Stempel der Telegraphendirection gestempelt ist.

Vermittlung von Telegrammen und Botschaften durch das Telephon.

Auf eine schriftliche Eingabe bei der Centraltelephonstelle oder bei dem Centraltelegraphenamt kann jeder Abonnent sein Instrument

Digitized by Google

zum Absenden und zum Empfang von Telegrammen verwenden. Das Centraltelegraphenamt eröffnet in diesem Falle dem Abonnenten einen Conto, der monatlich bereinigt werden muss.

Ein Zuschlag von 10 Centimes wird für jedes empfangene oder abgesandte Telegramm gemacht.

Ankommende, durch das Telephon beförderte Telegramme werden ausserdem durch die gewöhnlichen Boten frei in's Haus gebracht, wenn der Abonnent innerhalb eines Radius von einem Kilometer wohnt. Telegramme, die an einen Platz ausserhalb dieses Radius adressirt sind, werden durch die Post befördert, ausser wenn der Abonnent Beförderung durch einen Extraboten wünscht.

Telegramme können zu gewöhnlichen Telegrammpreisen per Telephon an das Telegraphenamt, während der folgenden Stunden übermittelt werden:

in Genf den ganzen Tag und die ganze Nacht,
„ Lausanne von 6 Vorm. (7 im Winter) bis 12 Nachm.,
„ Vevey „ 6 „ (7 „ „) „ 10 „
„ Montreux „ 7 „ (8 „ „) „ 10 „
„ Aigle „ 7 „ (8 „ „) „ 12 Vorm.,
„ 1—6 Nachm. und von 7—8.30 Nachm.

Telegramme, die ausserhalb dieser Stunden abgesandt werden, bezahlen den Extrapreis für den Nachtdienst.

Abonnenten können auch an Nichtabonnenten Botschaften senden. Der fixe Preis ist in diesem Falle 10 Centimes und 1 Centime per Wort, die ganze Summe wird immer auf 5 abgerundet. Hat der Bote die Botschaft innerhalb des Radius, aber ausserhalb der Ablieferungszeit, auszutragen, so wird 1 Fr. Extra berechnet.

Diese Botschaften werden an das Telegraphenamt eingesandt und von dort an ihren Bestimmungsort befördert. Nichtabonnenten können Botschaften an Abonnenten zu demselben Preise (10 Centimes fix und 1 Centime per Wort) senden; solche Botschaften müssen schriftlich an das Haupttelegraphenamt eingesandt werden.

Telegramme oder Botschaften müssen entweder deutsch oder französisch abgefasst sein; dieselben müssen langsam dictirt werden, indem man nach jedem dritten oder vierten Worte eine Pause macht.

Der jährliche Abonnementspreis für Abonnenten desselben Netzes beträgt 150 Frs., ein Preis, der sich vortheilhaft mit dem in allen anderen Ländern zu bezahlenden jährlichen Beitrag (600 Frs. in Paris, 500 Frs. in London, 300 Frs. in Manchester und Liverpool etc.) vergleichen lässt. Für Regierungs- und Communalgebäude, sowie auch für wohlthätige Anstalten reducirt sich der Preis auf 100 Frs.

Digitized by Google

Es werden ebenfalls Abonnements mit Zweigverbindungen eingerichtet. Wenn diese ein und demselben Abonnenten dienen, so beträgt der Abonnementspreis für die erste Zweigverbindung 70 Frs.; jede weitere Zweigverbindung, insofern sie mit der Centralstelle soll verkehren können, kostet 100 Frs., ebenso die erste Zweigverbindung, wenn sie nicht dem nämlichen Abonnenten dient.

Eine Preisermässigung von 20 Frs. tritt ein für jede Zweigverbindung im nämlichen Hause oder in einem auf dem nämlichen Besitzthum liegenden Gebäude, insofern die Entfernung zwischen den beiden Stationen 500 m nicht übersteigt. Anderweitige, von den Abonnenten etwa gewünschte Combinationen werden in jedem einzelnen Falle, je nach Umständen, besonders taxirt. Uebersteigt die Länge irgend einer Verbindung zwei Kilometer, so tritt eine verhältnissmässige Erhöhung des Abonnementspreises ein.

Wir können wohl sagen, dass alle Anordnungen und alle Regulationen in der Absicht getroffen sind, dem Publikum die grösstmöglichen Vortheile zu gewähren und nicht, wie es in den meisten anderen Ländern der Fall ist, in der einzigen Absicht, eine möglichst grosse Dividende für die Actionäre zu verdienen.

Oeffentliche Sprechstellen.

1) Innerhalb des Netzes.

Ein Abonnent, der sich mit einem anderen Abonnenten unterhält, zahlt 5 Centimes für eine Gesprächsdauer von 5 Minuten oder weniger.

Ein Nichtabonnent, der mit einem Abonnenten spricht, zahlt 10 Centimes für dieselbe Gesprächsdauer.

Eine Botschaft (Telegramm) zahlt 20 Centimes fix und 1 Centime per Wort.

2) Zwischen verschiedenen Netzen.

Nur Abonnenten können mit einander sprechen, man bezahlt 30 Centimes für eine Gesprächsdauer von je 5 oder weniger Minuten.

Oberaufsicht und Controle.

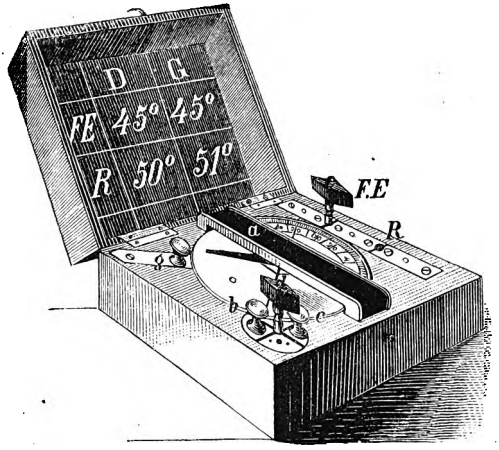
140. Eine der wichtigsten Functionen der Vorgesetzen des Telephondepartements ist die Controle des Betriebs an den Centralstellen sowohl als in den Wohnungen der Abonnenten. Bei den letzteren hauptsächlich ist eine regelmässige Inspection der Mikrophone, der Batterie und der verschiedenen Contacte nöthig. Um die Prüfung der Leclanché-Elemente zu erleichtern, hat Herr Rothen einen

Digitized by Google

speciellen, sogenannten Batterie-Galvanometer construirt, der in Fig. 204 in Perspective und in Fig. 205 im Durchschnitt abgebildet ist.

Die Nadel ist in dem Mittelpunkt einer flachen, aus zweierlei Drähten bestehenden Spule a angebracht; der eine dieser Drähte, der aus einer einzigen Windung besteht, ist so dick, dass dessen Widerstand praktisch Null ist, während der andere, sehr feine Draht, 1000 Windungen bildet. Die von dem zu prüfenden Batterieelemente kommenden Drähte sind an die Klemmen b und c befestigt. Der Stöpsel d dient als Stromwechsler, d. h. bei einer gewissen Stellung des Stöpsels durchfliesst der Strom die Spule in einer gewissen Richtung, dreht man den Stöpsel um 90°, so fliesst der Strom in der entgegengesetzten

Fig. 204.



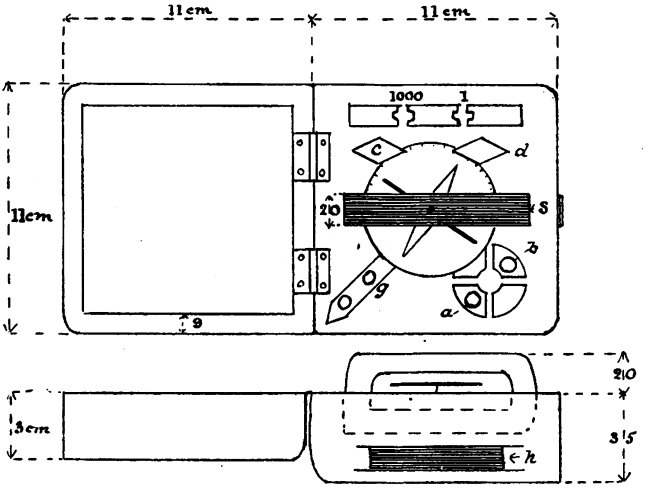
Richtung. Der zweite Stöpsel e schliesst den Stromkreis. Wenn man denselben in das Loch FE steckt, misst man die Elektromotivkraft und bei Einführung in das Loch R den inneren Widerstand des Elements.

Diese Verfahren sind auf die folgende Anordnung gegründet: Bei FE werden die 1000 Drahtwindungen eingeschaltet; liesse man jedoch den Strom allein durch diese circuliren, so würde die Nadel plötzlich um beinahe 90° abgelenkt. Um diese plötzliche Ablenkung zu vermeiden, verwendet man eine Hülfsspule h (Fig. 205) und legt dieselbe parallel zur Schwingungsebene der Nadel. Sie ist so mit der Spule von 1000 Windungen verbunden, dass jeder Strom, welcher durch letztere geht, auch die Hülfsspule passiren muss und dass sich

Digitized by Google

der Widerstand dieser letzteren zu ersterem addirt. Der Widerstand der Hülfsspule wird so bemessen, dass der Strom eines guten Leclanché-Elements, wenn er durch sie und die 1000 Windungen geführt wird, die Nadel des Galvanometers um etwa 45° ablenkt. Der innere Widerstand des Elements kann bei dieser Messung vernachlässigt werden, da er dem hohen Widerstand des Galvanometers gegenüber keine Rolle spielt. Man kann desshalb die Elektromotivkraft eines Elements unabhängig von dessen innerem Widerstand messen. Ein jedes solches Galvanometer muss vor dem Gebrauch sorgfältig kalibrirt werden und das Resultat wird innen am Deckel verzeichnet. In gleicher Weise werden auch die Ablenkungen gemessen, indem man den Stöpsel

Fig. 205.



in das Loch R einsteckt, ein normales Element von 0.75 Ohm innerem Widerstand anwendet und auch diese Zahlen im Inneren des Deckels verzeichnet. Um ein Element mit einem so kalibrirten Galvanometer zu prüfen, steckt man zuerst einen Stöpsel in das Loch R. Erreicht die Ablenkung mehr oder weniger die auf dem Deckel verzeichneten Normalzahlen, so ist alles in Ordnung, die Elektromotivkraft sowohl als der innere Widerstand des Elements sind normal; ist jedoch die Ablenkung merklich schwächer, so steckt man den Stöpsel in das Loch FE. Erreicht nunmehr die Ablenkung die Normalzahlen, so ist die Elektromotivkraft eine normale, der innere Widerstand jedoch zu hoch; andernfalls ist es die Elektromotivkraft, die ungenügend geworden ist.

Digitized by Google

141. **Netzgruppen, nach der Abonnentenzahl geordnet.**
(30. September 1886.)

Netzgruppen	Netze	Centralstellen	Abonnentenstellen	Gespräche im Monat August		Linien	Drähte
				locale	m. andern Netzen	m	m
Genfersee	8	6	2021	267 869	7 959	487 177	2 770 180
Zürich	14	15	1419	161 627	8 536	407 392	1 625 220
Bern	8	14	890	56 159	3 790	275 368	837 123
Basel	2	9	731	65 082	672	171 478	796 550
St. Gallen	4	6	394	42 816	2 111	168 025	609 237
Unabhängige Netze	3	—	123	3 095	—	62 638	195 127
Total . .	39	50	5578	596 728	23 068	1 572 078	6 833 437

Eine Anzahl neuer Linien sind seither eröffnet worden, worunter Colombier und Burgdorf, dem Berner Netze angehörig; Aarau (Züricher Netz), Glarus (unabhängiges Netz) und mehrere andere.

Das van Rysselberghe'sche System (vgl. p. 317) ist zwischen Genf, Nyon, Morges, Lausanne und Vevey; ferner zwischen Zürich und Männedorf und ganz neulich zwischen Basel und Zürich eingeführt worden.

Capitel XVIII.

Das Law-System.

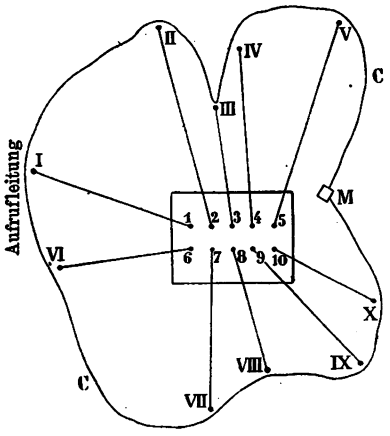
142. Dieses System, welches von Mr. Frank Shaw, dem Ingenieur der Law Telegraph Company in New-York erfunden wurde, findet in New-York und Brooklyn zum Betriebe von Centralstellen Anwendung, die mit denen der Metropolitan und Telegraph Company durch Hülfsdrähte verbunden sind, so dass die Abonnenten beider Gesellschaften mit einander verkehren können. Die Telephoninstrumente beider Gesellschaften sind dieselben, der Blake-Transmitter und der Bell-Empfänger. Die übrigen Apparate jedoch, sowie die Art und Weise des Betriebs, sind vollständig verschieden und einer Beschreibung würdig.

Wie in allen anderen in New-York eingeführten Systemen, so sind auch hier die Abonnenten mittelst einer eindrahtigen Leitung mit der Centralstelle verbunden. In unserer schematischen Abbildung

Digitized by Google

(Fig. 206) sind diese Abonnenten durch die Zahlen I, II, III etc. bezeichnet. An der Centralstelle M enden die einzelnen Leitungen in biegsamen, mit Metallstöpseln versehenen Verbindungsschnüren, die in der Mitte des Verbindungstisches angebracht sind.

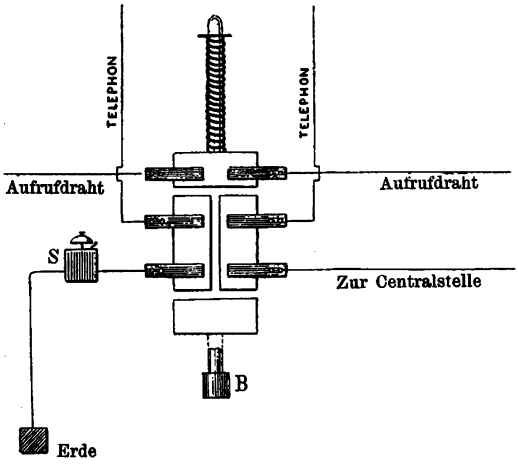
Fig. 206.



Die characteristische Eigenheit des Systems beruht auf der Verwendung einer besonderen Leitung C (Aufrufleitung genannt), welche eine gewisse Anzahl von Abonnenten (gewöhnlich 130) vereinigt und durch die Sprechvorrichtungen dieser Abonnenten hindurch zum Telephon der Centralstelle M zurückkehrt.

Zum Zwecke eines Aufrufs schaltet der Abonnent A seinen Fernsprecher in diese Leitung ein und kann nun direct mit der Centralstelle verkehren, wo der Beamte seinen Empfänger beständig am Ohre

Fig. 207.

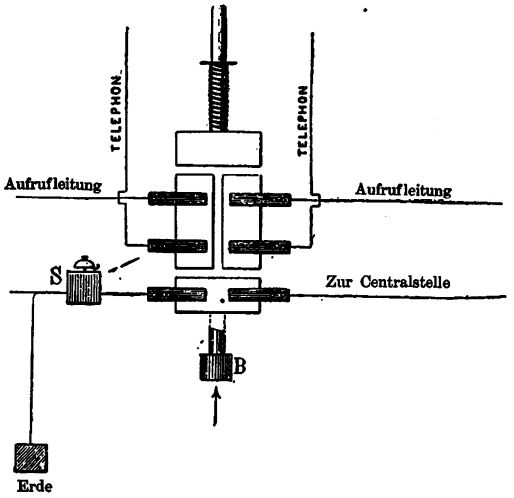


hält. Der rufende Abonnent erwähnt einfach seine eigene Nummer und die des Abonnenten, mit dem er zu sprechen wünscht, so z. B. 24 mit 60.

Digitized by Google

Hierauf nimmt der Beamte die Stöpselschnur des gerufenen Abonnenten, welche mit einer Batterie in Verbindung ist, und berührt damit dessen Stöpselloch. Der Strom fliesst nun zu B, und wenn dieser nicht schon im Gespräch mit einem andern Abonnenten begriffen ist, läutet dessen Glocke. Mit letzterer ist auch ein Unterbrecher in die Leitung eingeschaltet, so dass beim Läuten der Glocke ein intermittirender Strom entsteht, der ein an der Centralstelle aufgestelltes Relais in Thätigkeit setzt und dadurch den Beamten benachrichtigt, dass der Abonnent B zum Sprechen bereit ist. In diesem Falle zieht der Beamte die Stöpselschnur aus dem Stöpselloch A heraus und

Fig. 208.



steckt dieselbe in das Stöpselloch B, wodurch die Verbindung hergestellt ist. Kommt die Glocke bei B nicht zum Anläuten, so wird auch das Relais an der Centralstelle nicht beeinflusst, der Beamte schliesst hieraus, dass B anderweitig in Anspruch genommen ist und benachrichtigt A hievon. A muss sich dann eine kurze Zeit gedulden und wiederholt seinen Aufruf nach einigen Minuten. Nach Beendigung des Gesprächs schaltet der rufende Abonnent seinen Fernsprecher wieder in die Rufleitung ein und gibt die Anweisung zur Aufhebung der Verbindung.

Die Vorrichtung zur Einschaltung des Telephons in die Rufleitung ist in den Figuren 207 und 208 dargestellt.

Fig. 207 zeigt die Schaltung im Ruhezustand. Der von der Centralstelle ausgehende Draht geht durch den Telephonumschalter (welcher

Digitized by Google

das Telephon kurz schliesst), den Wecker und dann zur Erde; der von der Centralstelle kommende Strom läutet demnach die Glocke. Der Aufrufdraht geht direct durch die Abonnentenstelle hindurch zu einem zweiten Abonnenten.

Fig. 209.

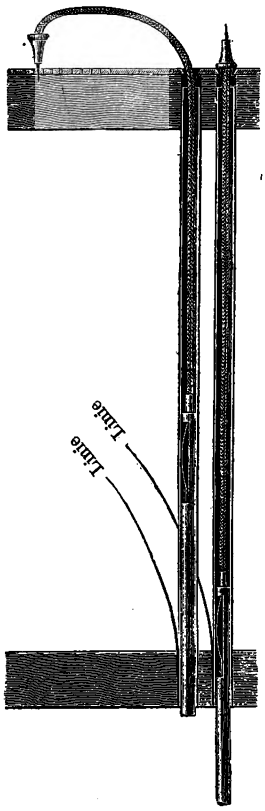


Fig. 208 zeigt die Schaltung, wenn der Abonnent die Centralstelle ruft; in diesem Falle ist die Abonnentenlinie ausgeschaltet und die Rufleitung eingeschaltet.

Die Stöpsel bilden das obere Ende einer Schnur, welche, wie Fig. 209 zeigt, in eine Kupferröhre eingeschlossen ist. Das untere Ende der Schnur ist mit einem Gewichte belastet, welches den Stöpsel in seine Ruhelage zurückführt und steht mit der Röhre durch eine Metallfeder in leitender Verbindung. Die Röhre selbst ist direct mit dem Leitungsdraht verbunden. Die Verbindungstische sind in der letzteren Zeit nach dem Princip des Multipelgestells der Western Electric Company (vgl. p. 174) so eingerichtet worden, dass die Verbindung zwischen irgend zwei Abonnenten durch einen und denselben Beamten hergestellt werden kann.

Eine wesentliche Verbesserung des Law-Systems wurde von Mr. Mann, dem früheren Ingenieur der National Telephone Company, in Dundee eingeführt und hat sich dort während der letzten 6 Jahre auf's Beste bewährt.

Das Mann-System [1]).

143. Die lange, gemeinschaftliche Rufleitung des Law-Systems ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, einer Reihe von Störungen ausgesetzt, die in manchen Fällen eine stundenlange Unterbrechung des ganzen Telephondienstes verursachen, da kein anderes Verbindungsmittel zwischen dem Beamten der Centralstelle und den die gemeinschaft-

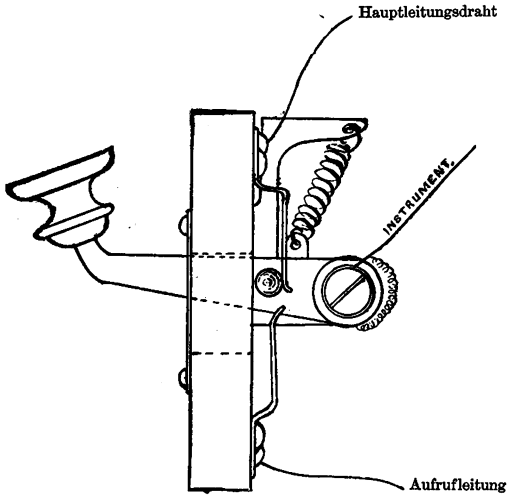
[1]) Engineering, 25. March 1887.

Digitized by Google

liche Rufleitung benützenden Abonnenten vorhanden ist. Wenn die Rufleitung irgendwo bricht und nicht zufällig zur Erde fällt und so eine Erdleitung herstellt oder, wenn an irgend einer der zahlreichen Abonnentenstellen, in Folge einer fehlerhaften Sprechvorrichtung eine Unterbrechung der Rufleitung stattfindet, so werden hiedurch 50, 60 oder noch mehr Abonnenten vollständig von der Centralstelle abgeschnitten.

Diesem Uebelstande wird in dem Mann-System dadurch abgeholfen, dass jeder Abonnent ausser der directen Rufleitung noch mit einem gewöhnlichen Klappenindicator versehen ist, der nur im Falle

Fig. 210.



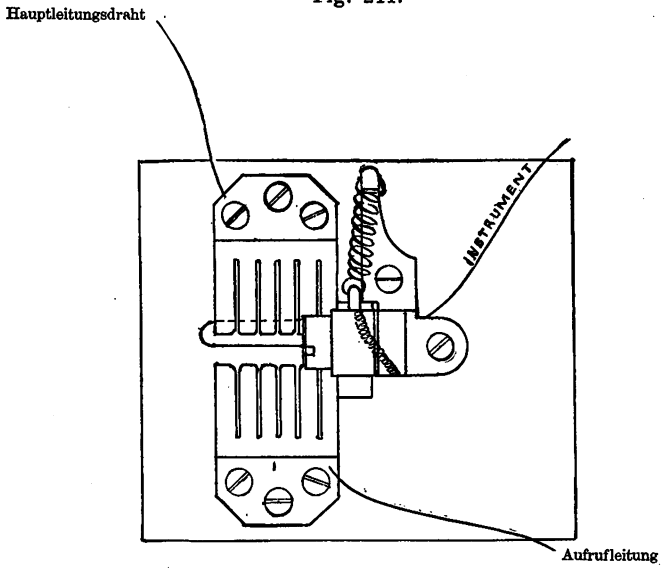
einer Unterbrechung der Rufleitung in Thätigkeit tritt. Letztere macht nicht die Runde aller Abonnentenstellen, sondern geht von der Centralstelle so nahe wie möglich vom Mittelpunkt einer Gruppe von 50—90 Abonnenten aus. Auch geht die Rufleitung nicht nach der Centralstelle zurück, sondern endet an einem Isolator, der in irgend welcher Entfernung von der Centralstelle an einem geeigneten Punkte aufgestellt ist. Zu jedem Abonnenten, rechts und links von der Rufleitung führt eine Zweigleitung, die an dem unteren Contact eines an der Sprechvorrichtung angebrachten Tasters befestigt ist.

Diese Anordnung ist in den Figuren 210 und 211 dargestellt. Der Hebel des Tasters ist dauernd durch das Instrument mit der Erde verbunden und der obere Contact mit der zur Centralstelle führenden Hauptleitung der Abonnenten. Wenn der Taster mittelst einer Spiralfeder

Digitized by Google

gegen den oberen Contact gedrückt wird, so ist das Instrument in Verbindung mit dem Hauptleitungsdraht. An der Centralstelle ist jedem Beamten eine Gruppe von 50—90 Abonnenten zugewiesen, und derselbe hält beständig ein in die gemeinschaftliche Rufleitung dieser Gruppe eingeschaltetes Telephon an's Ohr. Hieraus ergibt sich, dass jeder Abonnent durch das Niederdrücken seines Tasters ohne vorhergehenden Aufruf sofort mit dem Beamten in Verbindung treten kann, indem er ganz einfach seine eigene Nummer und die des gewünschten Correspondenten nennt. Angenommen Nr. 25 wünsche mit Nr. 600

Fig. 211.

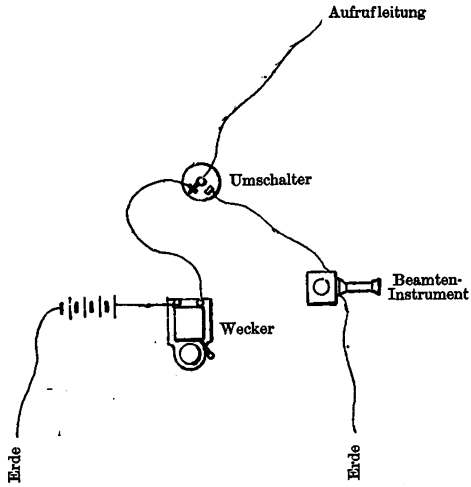


zu sprechen: er drückt einfach auf seinen Taster und sagt: 25 mit 600. Der Beamte bestätigt den Aufruf durch ein einziges Wort und stellt sofort die Verbindung her. Nr. 25 lässt nun seinen Taster los, dreht die Magnetokurbel und läutet dadurch die Glocke bei Nr. 600. Erfolgt keine unmittelbare Antwort, so kann er sich durch das Niederdrücken seines Tasters beim Beamten nach der Ursache erkundigen oder demselben irgend eine gewünschte Anweisung ertheilen. Nach Beendigung des Gesprächs drückt Nr. 25 wiederum auf seinen Taster und sagt zum Beamten „25 ab“ oder, wenn er anderweitige Verbindung wünscht, „25 mit 92“. Im ersteren Falle zieht der Beamte ganz einfach die Verbindungsschnur zwischen 25 und 600 heraus; im zweiten Falle überträgt er das eine Ende der Schnur nach 92.

Digitized by Google

Es kommt häufig vor, dass zwei, drei oder sogar vier Abonnenten gleichzeitig auf ihre Taster drücken, da aber die nöthigen Anweisungen an den Beamten in der Regel nur aus wenigen Worten bestehen, so nehmen dieselben eine solch kurze Zeit in Anspruch, dass hiedurch keine Verkehrsstörung entsteht; die Abonnenten gewöhnen sich daran, ein paar Secunden zu warten, wenn es sich beim Drücken des Tasters herausstellt, dass ein anderer Abonnent mit dem Beamten spricht. Ist die Rufleitung irgendwie unterbrochen, so gibt sich dies sofort bei den Abonnenten dadurch zu erkennen, dass dieselben beim Nieder-

Fig. 212.



drücken ihrer Taster keine Antwort von der Centralstelle erhalten. In diesem Falle können sie die Centralstelle auf dem Hauptleitungsdraht mittelst ihrer Magnetos aufrufen und der Betrieb erfolgt in gewöhnlicher Weise, bis die Rufleitung wieder in Ordnung ist. Nach 9.30 Uhr Nachm. nimmt der Beamte das Telephon vom Ohr, und von dann bis 8 Uhr Vorm. werden ein Wecker und eine Batterie in die Abonnentenlinie eingeschaltet (vgl. Fig. 212), so dass durch das Niederdrücken des Tasters die Glocke geläutet wird. Ist keiner der Taster niedergedrückt, so ist die Rufleitung, ausgenommen an der Centralstelle, vollständig von der Erde isolirt.

Das Mann-System ist natürlich etwas kostspielig, ein Nachtheil, den es mit dem Law-System gemein hat; allein die Vorzüge, die in

Digitized by Google

der Schnelligkeit und Einfachheit der Verbindung bestehen, wiegen diesen Nachtheil vollständig auf. Figuren 213 und 214 zeigen eine vergleichende Darstellung einer Gruppe von Abonnenten, die nach dem Law- bezw. Mann-System verbunden sind. Ausser den in diesen Figuren dargestellten Leitungen hat jede Abonnentenstelle in der Praxis einen directen Leitungsdraht, der zur Centralstelle führt.

144. Mann hat in neuester Zeit (September 1888) sein System noch weiter vereinfacht, indem er die Aufrufklappen, die bisher in jede Abonnentenleitung eingeschaltet waren, vollständig beseitigte.

Fig. 213.

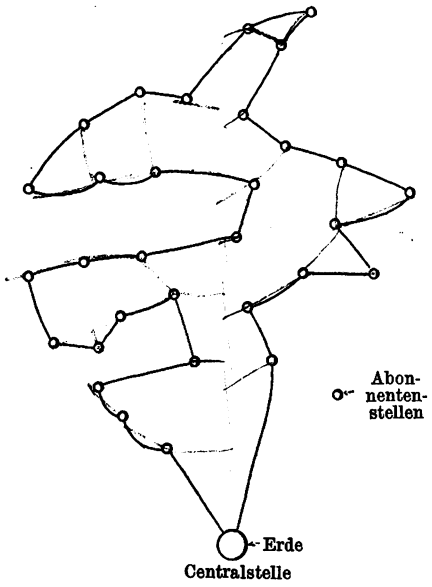
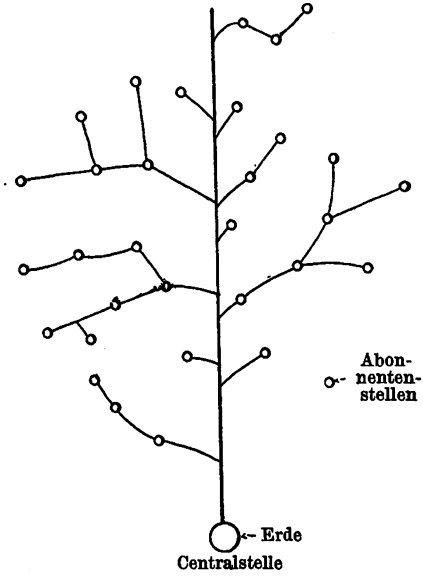


Fig. 214.



Nach sechsjähriger Erfahrung in Dundee hat es sich herausgestellt, dass dieselben zu einem verlässigen Betrieb durchaus nicht nöthig sind, und so ergibt sich hieraus nicht nur eine bedeutende Vereinfachung, sondern auch eine bedeutende Ersparniss, da nicht blos die Klappen, sondern auch die zu deren Betriebe nöthigen Batterien beim Abonnenten entbehrlich werden.

Mr. Miller, der Ingenieur der National Telephone Company in Dundee, hat zu diesem Zwecke besondere Umschalter für die Abonnenteninstrumente construirt, die in den Figuren 215 und 216 abgebildet sind.

Digitized by Google

Der Umschalter C zur Rechten wird durch eine Feder in seiner normalen Stellung (Fig. 215) gehalten, während der Umschalter T zur Linken in Folge des Gewichtes des aufgehängten Telephons die in der Fig. 215 angedeutete normale Stellung einnimmt. In seiner normalen Lage verbindet der Umschalter C die Sprechvorrichtungen der Abonnenten mit deren Leitung, während die in der Fig. 216 dargestellte Lage die Verbindung der Abonnenten mit der Aufrufleitung vermittelt. Der Umschalter T hat dieselben Functionen wie bei allen anderen Telephonsystemen.

An der Centralstelle ist der Reihe der Stöpsellöcher entlang ein Messingstreifen ausserhalb des Bereiches der Contactfedern angebracht,

Fig. 215.

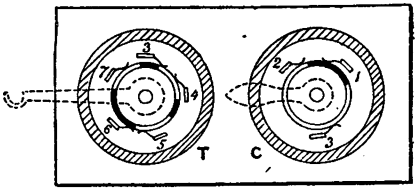
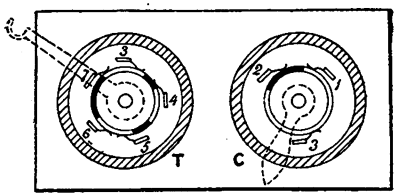


Fig. 216.



wie solches bei a (Fig. 217) angedeutet ist. Alle diese Streifen sind mit einer magneto-elektrischen Maschine verbunden, die mittelst einer Turbine in beständigem Betriebe erhalten wird. Die zur Verbindung der Abonnenten dienenden Stöpsel sind an der Spitze mit einem von der Masse des Stöpsels isolirten Messingbeschlag versehen (b, Fig. 218). Wird nun der Stöpsel, wie in der Fig. 219 angedeutet, theilweise in das Stöpselloch eingeführt, so geht ein Strom von der magneto-elektrischen Maschine zur Leitung und bringt den Wecker des Abonnenten zum Läuten; durch vollständige Einführung (Fig. 220) des Stöpsels wird die Verbindung der Abonnenten hergestellt.

Der Sprechverkehr gestaltet sich demnach in folgender Weise: Der Abonnent A schaltet sich in die Aufrufleitung ein, indem er

Digitized by Google

den Umschalter C in die Stellung (Fig. 216) bringt; dann nimmt er seinen Empfänger vom Haken und sagt einfach „A mit B“. Hierauf lässt er den Hebel des Umschalters C los und schaltet dadurch seine Sprechvorrichtung wieder in die ihr zugehörige Leitung ein. Inzwischen hat der Beamte an der Centralstelle einen Stöpsel eines Stöpselpaares in das Stöpselloch von A und den anderen in das Stöpselloch von B gesteckt; in letzterem Falle hält der Beamte einen Augenblick an, wenn der Stöpsel die Lage C (Fig. 219) erreicht hat, und drückt erst

Fig. 217.

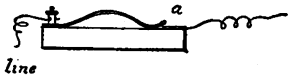


Fig. 218.

Fig. 219.

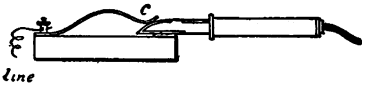
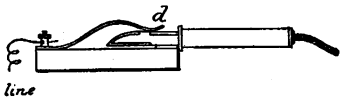


Fig. 220.



nach dieser kurzen Pause den Stöpsel völlig in das Stöpselloch von B hinein. Auf diese Art wird B zuerst gerufen und schliesslich mit A verbunden. Erhält A keine Antwort von B, so dreht er seinen Umschalter C von Neuem und gibt dem Beamten die Anweisung, B nochmals zu rufen. Letzteres geschieht, indem der Beamte den Stöpsel theilweise aus dem Stöpselloch von B herauszieht, denselben jedoch sofort wieder bis an's Ende hineindrückt, um die Verbindung wieder herzustellen. Nach Beendigung des Gespräches dreht A seinen Umschalter auf's Neue und sagt einfach „A und B ab“.

Capitel XIX.

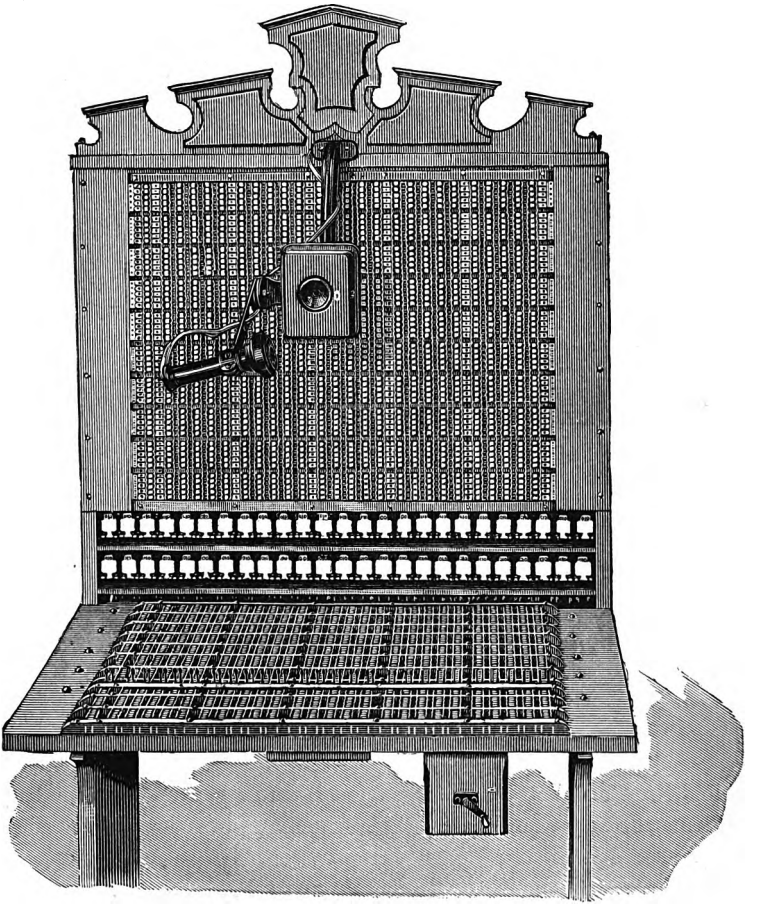
Das Gililland-System.

145. Das von dem Amerikaner Gililland erfundene Wechselgestell findet in Amerika ausgedehnte Verwendung. Dasselbe ist in den Figuren 221 und 222 dargestellt und besteht aus einem verticalen Aufsatz und horizontalen Tisch, die beide mit einer Anzahl horizontaler und verticaler Messingstreifen von $^1/_2$ mm Dicke besetzt sind. Die horizontalen Streifen sind wellenförmig gebogen und die verticalen

Digitized by Google

Streifen sind in die dadurch gebildeten Einbuchtungen eingezogen. Letztere sind zwischen horizontalen Holzleisten befestigt und auf die Kante gestellt, wodurch zwischen den beiden Schienensystemen kleine

Fig. 221.



Oeffnungen entstehen, in welche ein Stöpsel eingesteckt wird, um zwischen den beiden Systemen Contact zu machen.

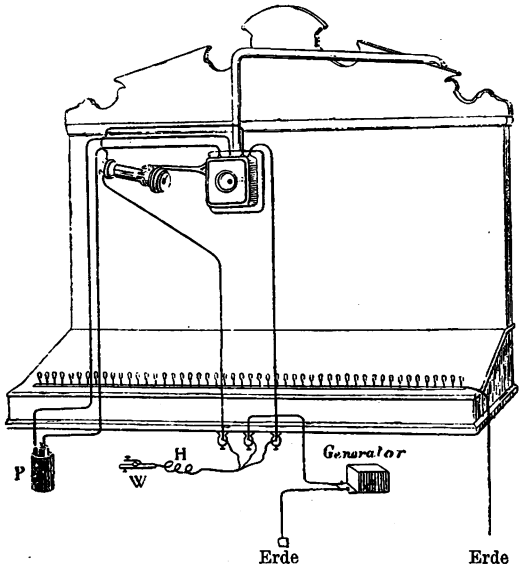
Zwischen dem Tisch und dem Aufsatz befinden sich 50 Aufrufklappen in 2 Reihen von je 25 (das Wechselgestell ist nämlich für 50 Abonnenten eingerichtet), und die 50 Leitungen gehen nach 50 Klemmen, die oben am Aufsatz angebracht sind. Von diesen Klemmen

Digitized by Google

geht ein Draht nach dem einen Ende der entsprechenden Elektromagnetwindung einer Klappe, während das zweite Ende derselben durch je einen Draht mit dem zugehörigen Streifen des Tisches sowohl als des Aufsatzes verbunden ist.

Der Streifen B des Tisches (Fig. 223) führt zur Erdleitung, der Streifen C zum Generator, der Streifen D zum Sprechapparat des Beamten. Die Verbindung zwischen dem Telephon und der Leitung wird mittelst Streifens L hergestellt. Die Gruppe E dient zur Verbindung von Abonnenten eines und desselben Wechselgestelles. In der Figur

Fig. 222.



sind Nr. 4 und 7 mittelst der Stöpsel H und J verbunden. Die Gruppe F dient zur Verbindung von Abonnenten, von denen der eine (der rufende) dem in der Figur dargestellten, der andere einem zweiten Wechselgestell angehört. In der Figur ist Nr. 9 mittelst des Stöpsels G mit einem Abonnenten eines anderen Wechselgestelles verbunden.

Die Gruppen A, Nr. 3, 4 und 5 dienen zur Herstellung der Verbindungen, wenn ein Abonnent eines anderen Gestells einen Abonnenten des in der Figur dargestellten aufruft. Jede dieser Gruppen entspricht einem besonderen Wechselgestell und die Verbindungen zwischen den einzelnen Gestellen sind so eingerichtet, dass der Beamte eines Gestelles directe Verbindungen mit 5 anderen Gestellen machen

Digitized by Google

kann. Werden mehr als 5 verlangt, so kann er sich eine Verbindung von einem anderen Gestelle borgen. In der Figur ist mittelst des

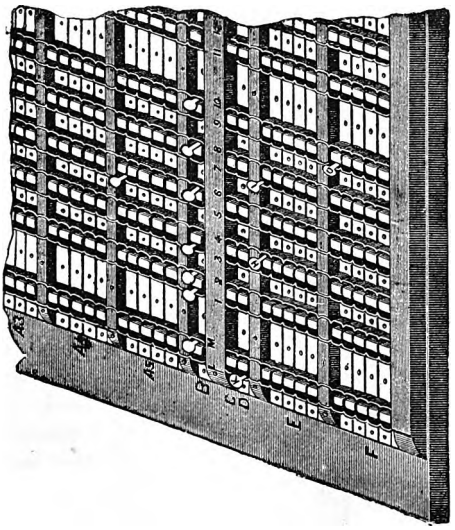


Fig. 223.

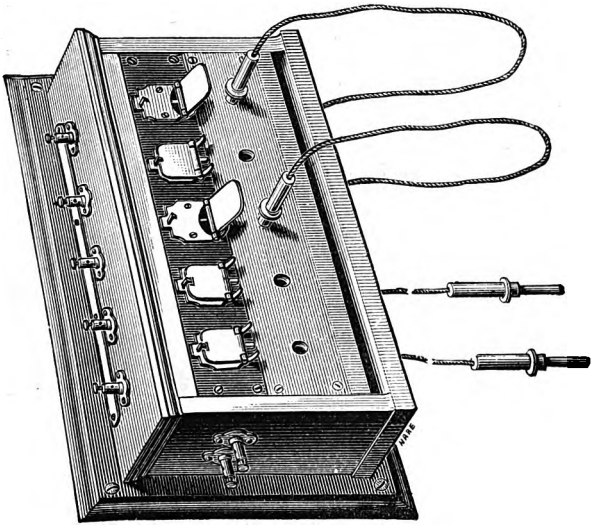


Fig. 224.

Stöpsels N Verbindung mit Nr. 5 gemacht in Folge eines Aufrufs, der ursprünglich von einem anderen Gestelle kam. Der Beamte kann sein Telephon zu jeder Zeit in irgend eine Leitung einschalten, indem

Digitized by Google

er in L einen Stöpsel einsteckt. Die entsprechenden, zur Verbindung verschiedener Gestelle dienenden Gruppen sind mit den Gruppen gleichen Namens aller anderen Gestelle durch Drähte leitend verbunden. Wenn die Leitungen nicht in Anspruch genommen sind, so müssen sie mit dem Streifen B (Erde) verbunden sein.

Fig. 225.

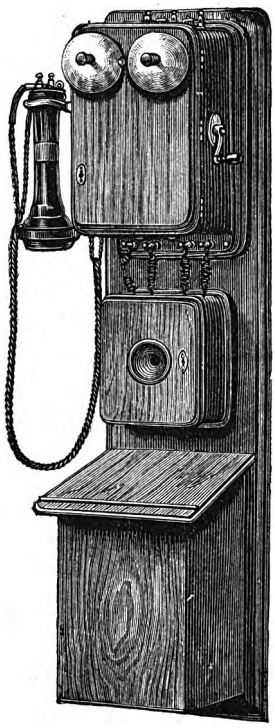


Fig. 226.

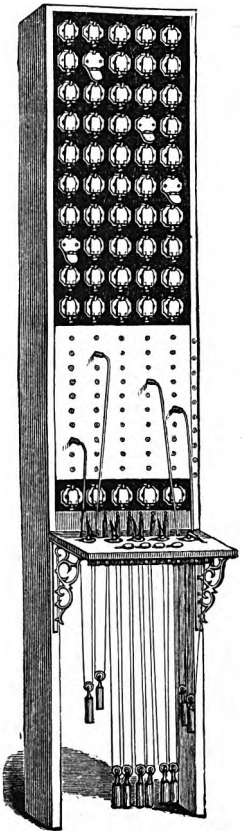


Fig. 224 zeigt ein Gilillandgestell, das für 5 Abonnenten bestimmt ist und ein System für solche Fälle bildet, wo für Fabriken, Eisenbahnbureaux, kleine Ortschaften etc. eine kleine Anzahl von Leitungen erfordert werden.

Die einzige nöthige Manipulation ist das Einstecken der Stöpsel in die durch das Fallen der Klappe angezeigten Oeffnungen.

Digitized by Google

Fig. 225 stellt einen vollständigen Sprechapparat für Privatgebrauch dar. In einer der Schubladen des Schrankes befindet sich die Batterie.

Das Williams-System.

146. Ch. Williams von Boston, Mass., war einer der ersten elektrischen Ingenieure, die sich mit Einrichtung von Centralstellen befassten, und sein Wechselgestell hat in Amerika eine ausgedehnte Benutzung gefunden.

Im Principe unterscheidet es sich nur wenig von dem Schweizer Wechselgestell, das in Capitel XVII beschrieben ist.

Dasselbe besteht aus einer verticalen Tafel und einer Console, auf welchen die zur Verbindung dienenden Schienen angebracht sind. Diese sind in Gruppen von je 4 angeordnet und mit grossen Buchstaben auf beiden Seiten des Aufsatzes sowohl als des Tisches bezeichnet. Die Bohrlöcher dienen zur Herstellung der Verbindungen. Die Leitungsdrähte sind unterhalb des Gestelles vertical angeordnet.

50 Aufrufklappen gewöhnlicher Construction befinden sich in 10 Reihen von je 5 oben am Aufsatz (Fig. 226).

Der Blake-Transmitter und der Empfänger des Beamten sind an einem Hebel befestigt, so dass sie sich leicht handhaben lassen.

Fig. 227 zeigt einen Querschnitt des Gestelles und daraus ist ersichtlich, dass die verticalen Schienen des Schweizer Gestelles durch eine Reihe gebogener Federn d ersetzt sind, die einander berühren und so zu sagen einen zusammenhängenden leitenden Körper bilden. Diesem Umstand verdankt der Apparat seinen Namen Federgestell („spring switchboard").

Der vom Abonnenten kommende Strom geht über die Leitung L nach dem Draht Nr. 1 und der Feder R, von dort (wenn der Stöpsel W nicht eingesteckt ist) nach dem Elektromagnet der Klappe D; von letzterer fliesst er über die Feder d und den Stöpsel P und die horizontale Schiene f zur Erde.

Die Federn des Aufsatzes sind durch einen besonderen Draht mit derselben Linie in Verbindung.

Im Ruhezustand befinden sich alle Stöpsel P auf einer mit der Erde verbundenen verticalen Schiene.

Sobald der Abonnent die Centralstelle aufruft, fällt die seine Nummer tragende Klappe und der Beamte schaltet seinen Sprechapparat ein, indem er einen speciellen Stöpsel W in das entsprechende Stöpselloch R einsteckt.

Der Stöpsel W und das Stöpselloch R sind in den Figuren 228 und

Digitized by Google

229 dargestellt. An dem Ebonitheft W sind zwei Metallstreifen r r^1 befestigt, die von einander isolirt sind, jedoch im Normalzustand mit den beiden zu dem Telephon des Beamten führenden Drähten in Verbindung stehen. Steckt man diesen Stöpsel in das Stöpselloch R zwischen die Feder und die Unterlage F, so wird hiedurch die Sprechvorrichtung des rufenden Abonnenten eingeschaltet und derselbe kann nun die Nummer des Abonnenten, mit dem er zu sprechen

Fig. 227.

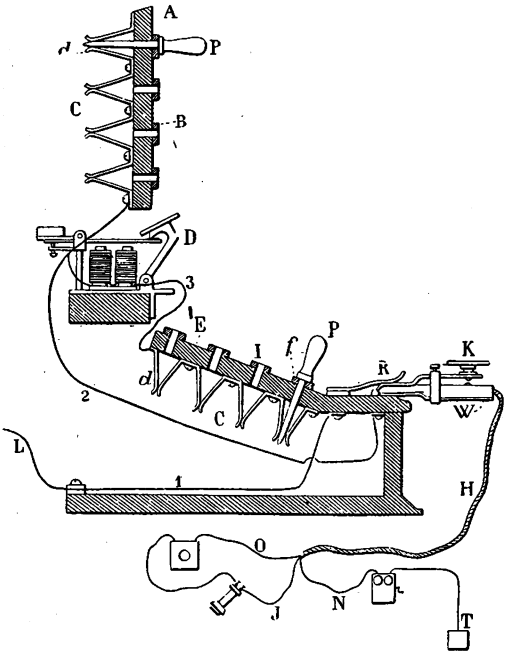
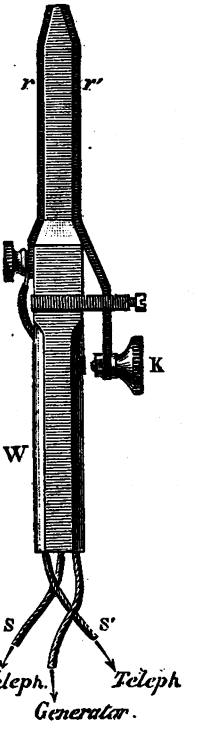


Fig. 228.



wünscht, angeben. Hierauf wird der Stöpsel W in das entsprechende Stöpselloch gesteckt, der Taster K wird niedergedrückt, der Strom des Generators wird zur Linie entsandt und läutet den Wecker des gerufenen Abonnenten.

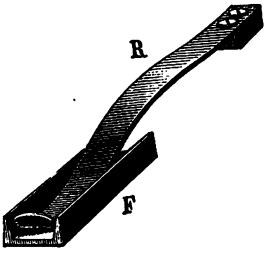
Sobald letzterer geantwortet hat, werden die beiden Abonnenten durch Einsetzen der beiden entsprechenden Stöpsel in dieselbe horizontale Schiene verbunden. Die Stöpsel machen einen ausgezeichneten Reibungscontact.

Digitized by Google

Fig. 226 stellt die Localverbindungen am Wechselgestell dar.

Die Pultsysteme, Gililland, Williams und andere, leiden an einem grossen Uebelstand; ist nämlich eine grössere Anzahl derselben an einer Centralstelle aufgestellt, so ist es für den Beamten äusserst schwierig, ja beinahe unmöglich, die entsprechenden Horizontalstreifen an den verschiedenen, oft weit von einander entfernten Pulten zu unterscheiden. So kommt es häufig vor, dass eine Leitung auf einen falschen Horizontalstreifen eingeschaltet wird und dass der Abonnent dann keine Antwort empfängt, bis der Beamte zufällig seinen Irrthum entdeckt.

Fig. 229.



Capitel XX.

Das System der Gebrüder Naglo [1]).

147. Dieses System besteht aus einem Umschalteapparat mit Signalscheiben für die Centralstelle, sowie aus einem Telephonapparat mit eigenthümlichem Wechselstromgeber für jeden Theilnehmer. Der hiefür construirte und in Fig. 230 abgebildete Centralapparat bietet den Beamten bei der Bedienung desselben nicht nur bedeutende Erleichterungen, sondern sichert gleichzeitig die Theilnehmer vor dem so lästigen Ausschalten vor Beendigung des Gesprächs.

In Fig. 231 ist der polarisirte Apparat einer Signalscheibe aus dem Centralumschalteapparat im Principe dargestellt. Auf der Achse a, welche sich zwichen zwei Spitzen bewegt, befindet sich die Signalscheibe b und hinter derselben der Magnet c. Die Achse läuft parallel mit den Kernen der an der Platte P befestigten und von ihr getragenen Elektromagnete m m und gestattet dem Magnet c, sich nach beiden Seiten den Polschuhen der Electromagnete m m zu nähern. Durch die eigenthümliche Ausbalancirung der Signalscheibe mittelst des Gegengewichtes e und des Stiftes d wird es ermöglicht, dass die Scheibe auf der einen oder der anderen Seite verbleibt, ohne hiedurch an Empfindlichkeit des Ansprechens einzubüssen.

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Nr. 1, 1886.

Digitized by Google

Die beiden Stellungen der Scheibe b sind in den Figuren 232 und 233 dargestellt, welche eine Ansicht von vorn nach Wegnahme der Platte P bieten. Bei der in Fig. 232 gezeichneten ersten Stellung, welche die Scheibe b nach dem Anruf angenommen hat, ruht das Gegengewicht in senkrechter Lage auf der Achse, und gibt der Stift d das

Fig. 230.

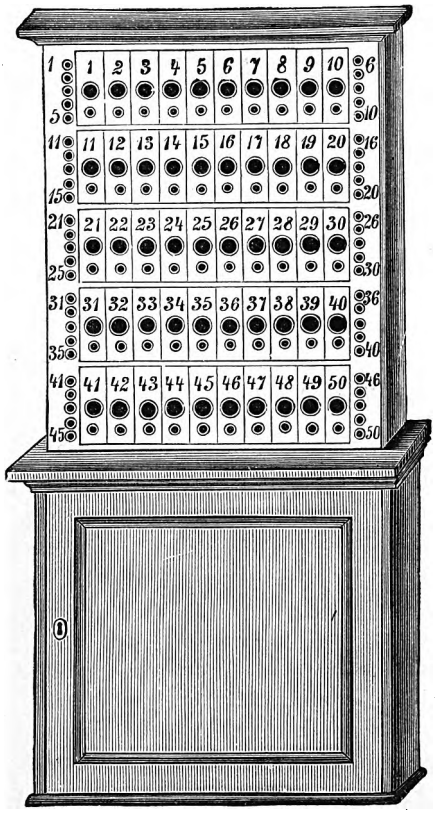
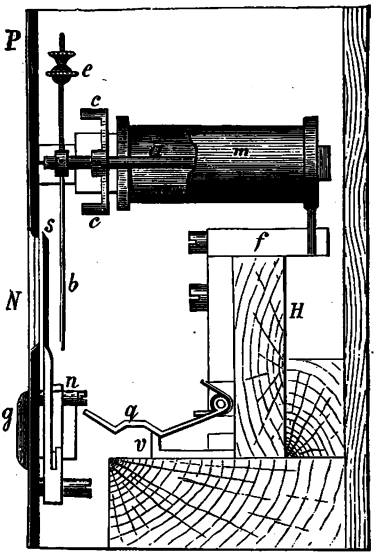


Fig. 231.



Uebergewicht, wodurch die Scheibe b in der eingenommenen Stellung verharrt, mithin dem Beamten durch die Oeffnung N sichtbar wird und bleibt. Ein entgegengesetzter Strom bringt die Signalscheibe in die zweite Stellung, Fig. 233; jetzt ist dieselbe von der Oeffnung N zurückgetreten und für den Beamten unsichtbar geworden. Bei dieser Stellung kommt das Gewicht e zur Geltung und der Stift d steht senkrecht auf der Achse, ist in Folge dessen wirkungslos.

Digitized by Google

Damit die Farbenunterschiede beim Anrufen oder Abläuten für den Beamten recht grell erscheinen, ist die Signalscheibe weiss, der Hintergrund schwarz gewählt.

148. Es ist ferner eine Vorrichtung hinter der Stöpselöffnung angebracht, welche dem Beamten, wenn mehrere neben einander liegende Signalscheiben gleichzeitig vortreten, eine grössere Uebersicht der schon verbundenen Leitungen gewährt, so dass ein Versehen, bezw. Vergessen, nicht leicht vorkommen kann.

Sobald nämlich der Stöpsel in die Oeffnung g (Fig. 231 und 232) gebracht worden ist, wird der an der Platte P befestigte Winkelhebel n

Fig. 232.

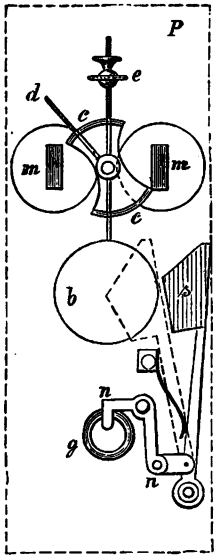
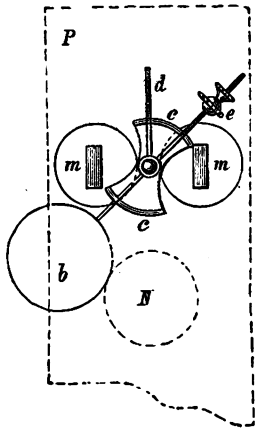


Fig. 233.



gehoben, wodurch die rothe Markirscheibe s vor die Oeffnung N tritt und ein Drittel der weissen Scheibe b deckt; ein Zurücktreten der weissen Scheibe kann dabei noch gut beobachtet werden. Mit dem Herausziehen des Stöpsels verschwindet auch wieder die Markirscheibe.

Die verschiedenen Farben bedeuten nun folgendes:

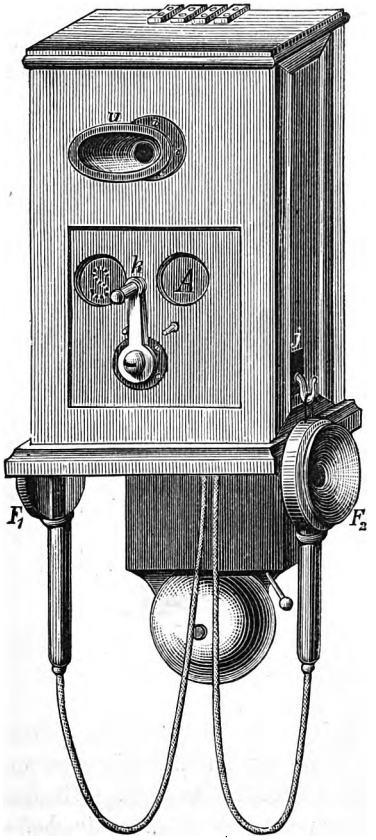
Schwarzes Feld:	Ruhestellung.
Weisses Feld:	Anzurufen.
Weissrothes Feld:	Verbunden.
Schwarzrothes Feld:	Zu unterbrechen.

Die Obliegenheiten des Beamten an der Centralstelle beschränken sich daher bei diesem System auf die Herstellung der Verbindungen

Digitized by Google

in dem Umschalteapparat. Das so lästige öftere Fallen der Klappen, welches bei den meisten bisherigen Apparaten eintritt, wenn ein rufender Theilnehmer gezwungen ist, mehrere Male die andere Station anzurufen, und leicht bei dem Beamten an der Centralstelle den Irrthum hervorruft, dass abgeläutet worden sei, fällt hier ganz weg, weil ja ein wiederholtes Läuten an der Centralstelle ganz unbemerkt bleibt. Der Theilnehmer hat nur die Kurbel k (Fig. 234) wie beim Anruf nach rechts zu drehen.

Fig. 234.



Der Mechanismus, welcher an der vorderen Platte P befestigt ist, kann, wie bei anderen Apparaten, für jede Leitung besonders abgenommen werden, und hiebei bleiben die an der Holzleiste H befestigten Theile im Umschalter zurück; die Verbindung der Elektromagnete mm mit der Leitung wird durch die Messingfedern f (Fig. 231) hergestellt.

149. Fig. 234 zeigt den Telephonapparat für den Theilnehmer. Derselbe ist mit einem starken Doppeltelephon zum Sprechen ausgerüstet; das ovale Metallquerstück U, welches am äusseren Kasten befestigt ist, stellt die Verbindung mit demselben her. Ferner sind zwei Hörtelephone F_1 und F_2 und, wie bei den bisherigen Apparaten der Reichstelegraphenverwaltung, Umschalter, Wecker und Schutzvorrichtung vorhanden.

Die Handhabung des Apparats beim Anrufe geschieht durch Drehung der Kurbel k nach rechts, wobei gleichzeitig der Buchstabe A verschwindet und der Buchstabe S sichtbar wird. Die weisse Scheibe kommt am Centralapparate zum Vorschein, da ein positiver Strom in die Leitung geschickt wurde.

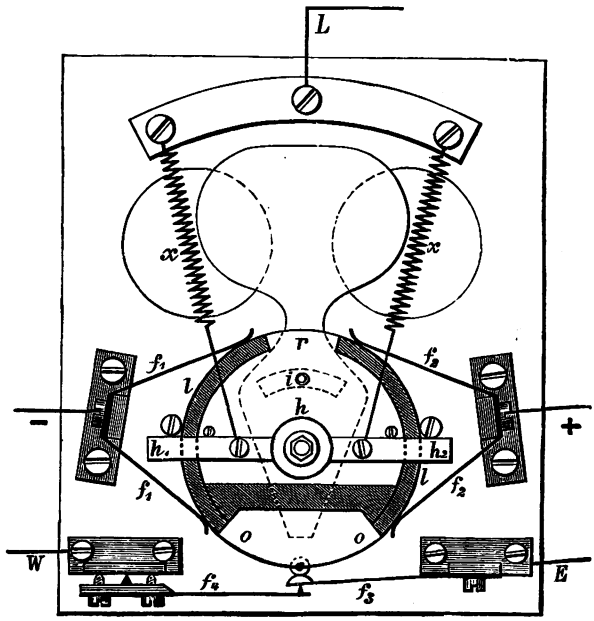
Ist das Gespräch beendigt, so wird die Kurbel k wieder nach

Digitized by Google

links zurückgedreht, ein negativer Strom tritt in die Leitung, S verschwindet und A kommt wieder zum Vorschein. Gleichzeitig verschwindet die weisse Scheibe auf dem Centralapparat und zeigt dem Beamten an, dass das Gespräch beendet ist. Die beiden Buchstaben A = „Anruf" und S = „Schluss" zeigen dem Theilnehmer, ob die Signale richtig entsendet worden sind.

150. Die sinnreiche Umschaltevorrichtung für den Stromwechsel machen Figuren 235 und 236 ersichtlich. Die runde Scheibe l aus iso-

Fig. 235.



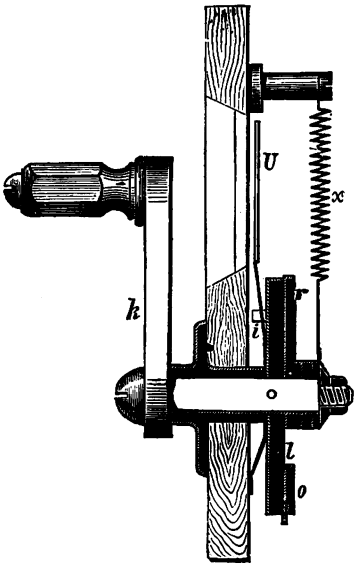
lirendem Material trägt zwei von einander getrennte Messingplatten r und o, welche bei Drehung der Kurbel k den Stromübergang nach der Leitung, sowie nach der Erde von den im Winkel gebogenen Schleiffedern f_1 und f_2 vermitteln. Die Feder f_1 ist mit dem negativen, die Feder f_2 mit dem positiven Pole der Batterie verbunden. Feder f_3 bildet den Erdcontact. Wird nun z. B. die Kurbel k in Fig. 236 nach rechts (in Fig. 234 nach links) gedreht, so tritt der negative Strom von der Contactfeder f_1 in die Platte r, dann durch die Hebelarme h_1 und h_2, sowie durch die Spiralfedern x x in die über den selbstthätigen Umschalter nach der anderen Station führende

Digitized by Google

Leitung L und dort zur Erde. Aus dieser tritt der Strom bei E über die Feder f_3 in die Platte o und durch die Contactfeder f_2 zum positiven Pole der Batterie zurück.

Gleichzeitig hat die Erdcontactfeder f_3 die kleine Rolle verlassen und schleift auf dem Rande der Messingplatte o selbst, womit die Erdverbindung des eigenen Weckers zwischen f_4 und f_3 unterbrochen ist, und dieser nicht mitläutet. Der Wecker ist zwischen L und der Klemme W (Fig. 235) eingeschaltet. Die Deckscheibe U (Fig. 236) wird von dem aus l hervortretenden Stift i mitgenommen und verdeckt den Buchstaben A, zum Zeichen, dass nun das Schlusssignal noch zu geben ist.

Fig. 236.



Die sich an die beiden Hebel h_1 und h_2 anheftenden Spiralfedern x x führen die Kurbel in die verticale Stellung zurück, da sich dieselben unabhängig von einander auf der Achse bewegen, und nur jede von einem Stifte, welcher auf Platte r befestigt ist, mitgenommen werden.

Im Ruhezustande liegen die Schleiffedern f_1 und f_2 an der Isolirmasse der Scheibe l, und da bei diesen Apparaten nur eine Batterie erforderlich, ist dieselbe ausgeschaltet.

Die Centralapparate für 50 Leitungen (Fig. 230) haben noch so viele seitliche Stöpsellöcher, als Leitungen vorhanden sind, und durch dieselben ist es ermöglicht, die Elektromagnete auszuschliessen, d. h. die Leitungen direct zu verbinden, was stets zu erfolgen hat, um den Widerstand im Stromkreise zu verringern.

Digitized by Google

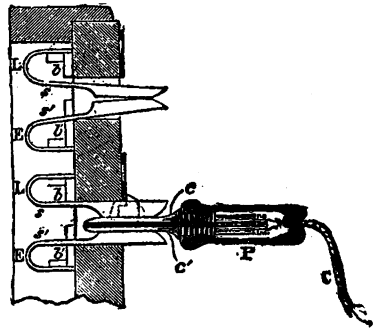
Capitel XXI.

Das System des englischen Post Office.

151. a) Die Form der Stöpsellöcher des von der englischen Postverwaltung verwendeten Klappenschranks ist in Fig. 237 in $^1/_3$ natürlicher Grösse angegeben.

Die Stöpsellöcher bestehen aus zwei Messingfedern s s', die auf der Rückseite einer Mahagonitafel befestigt, mit ihren dicken Enden über die Vorderseite der Tafel hervorragen, und im Ruhezustand sich in elektrischem Contact befinden. Die einzelnen Stöpsellöcher werden mittelst einer biegsamen, an beiden Enden einen Stöpsel P tragenden Schnur C, leitend mit einander verbunden. Die biegsame Schnur enthält zwei isolirte Drähte, die mit zwei Messingflächen c c' des Stöpsels in Verbindung stehen, und wenn der Stöpsel in das Stöpselloch eingesteckt wird, so werden die beiden Federn s s' von einander getrennt und treten mit den Flächen c c' des Stöpsels in Verbindung. Auf der oberen Fläche c des Stöpsels ist ein messingenes Ansatzstück vernietet, das beim Einstecken des Stöpsels in eine Nuth der oberen Feder hineinpasst. An den Stöpsel ist ein Handgriff von Horn angeschraubt, der zu gleicher Zeit die Verbindung des Stöpsels mit der Schnur sichert.

Fig. 237.



152. b) Die Aufrufklappe. Jede Abonnentenleitung ist an der Centralstelle mit einer Klappe verbunden, die nicht blos zum Aufruf des Beamten dient, sondern auch anzeigt, ob die Linie frei ist oder nicht. Dieses ist eine der characteristischen Vorrichtungen des oben genannten Systems und ist in Figur 238 in Vorder- und Seitenansicht dargestellt.

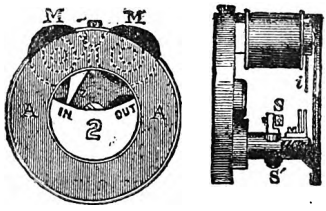
Der Anker A A von weichem Eisen ist mittelst Charnier an einem kleinen Träger a befestigt und fällt von dem Elektromagnet M M ab, wenn kein Strom durch letzteren fliesst. Der Anker trägt eine kleine Platte, auf welcher die Nummer oder der Name des Abonnenten eingravirt ist. Auf einem Querstück zwischen den beiden Elektro-

Digitized by Google

magnetspulen befindet sich eine kleine Magnetnadel i, die je nach der Richtung des im Elektromagnet circulirenden Stromes nach rechts oder links schwingt und anzeigt, ob die Linie frei ist oder nicht. An dem Träger, an welchem die Fallscheibe angebracht ist, befindet sich ein isolirter Knopf SS', gegen welchen sich der Anker anlegt, wenn er vom Elektromagnet abfällt. Der Knopf ist in den Stromkreis einer Batterie und eines Weckers eingeschaltet und letzterer wird desshalb so lange läuten, als die Fallscheibe gegen den Knopf anliegt.

153. c) Der Sprechverkehr an der Centralstelle. Die Art und Weise, wie die Verbindung der Abonnentenlinien mit der Centralstelle hergestellt wird, ist in Fig. 239 dargestellt. Die Hinleitung A des Abonnenten geht durch die Aufrufklappe nach der oberen Feder des Stöpsellochs, während die entsprechende Rückleitung B mit der unteren Feder in Verbindung steht. In den seltenen Fällen, wo keine Rückleitung verwendet wird, sind die unteren Federn direct mit der Erde verbunden. In unserer Figur ist Abonnent Nr. 1 mit der Centralstelle verbunden: es geht kein Strom zur Leitung, was durch die verticale Stellung der Magnetnadel angezeigt wird. Wird nun der Stöpsel in das Stöpselloch Nr. 1 eingesteckt, so wird das Telephon der Centralstelle in die Leitung des Abonnenten Nr. 1 eingeschaltet; der Strom tritt über Linie A ein und geht durch die Aufrufklappe Nr. 1 nach der oberen Feder des Stöpsellochs, dem Telephon der Centralstelle und über die untere Feder und Linie B zum Abonnenten Nr. 1 zurück.

Fig. 238.



Der Abonnent Nr. 2 ist auf der Fig. 239 von der Centralstelle isolirt: die Federn des Stöpsellochs stehen in Berührung, die Fallscheibe wird vom Elektromagnet angehalten und die Magnetnadel abgelenkt. Diese Ablenkung ist eine Wirkung des Ruhestromes, die wir weiter unten erklären werden.

Die Abonnenten Nr. 3 und 4 sind in unserer Figur mit einander verbunden: der Strom geht über die Federn beider Stöpsellöcher und über beide Aufrufklappen.

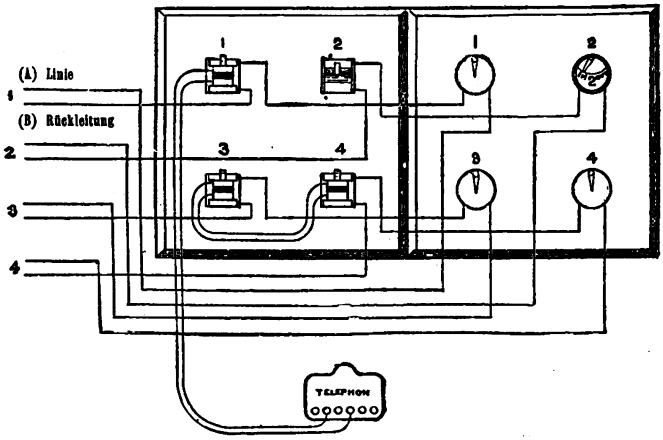
Folgendes ist das Verfahren zur Herstellung der verschiedenen Verbindungen:

Wir haben bei Beschreibung der Aufrufklappe (§ 152) erwähnt,

Digitized by Google

dass unter normalen Bedingungen ein Strom durch die Leitung circuliren muss, um die Fallscheibe am Elektromagnet festzuhalten. Diese Verwendung eines Ruhestromes ist, wie schon oben erwähnt, für das System bezeichnend. Jeder Abonnent ist mit einer Daniellschen Batterie versehen, welche in solcher Weise mit dem Telephon verbunden ist, dass, solange der Hebel des automatischen Umschalters durch das Aufhängen des Telephons niedergedrückt wird, ein Strom von der Batterie zur Linie fliesst. Dieser Ruhestrom ist es, welcher die Fallscheibe am Elektromagnet festhält und die Nadel ablenkt. Will der Abonnent mit der Centralstelle in Verbindung treten, so braucht er blos sein Telephon vom Haken des Umschalters abnehmen;

Fig. 239.



der Ruhestrom wird hiedurch unterbrochen, die Fallscheibe fällt ab und der Wecker läutet. Der Beamte steckt hierauf einen mit einem Telephon der Centralstelle durch eine biegsame Schnur verbundenen Stöpsel in das Stöpselloch (Nr. 1, Fig. 239) ein und nimmt die Weisung des Abonnenten entgegen. Angenommen Nr. 3 will mit Nr. 4 sprechen, so ruft der Beamte letzteren auf und sagt „Through to Nr. 3“ („Verbindung mit Nr. 3 hergestellt“), indem er zugleich bei Nr. 3 und Nr. 4 in der Figur einstöpselt.

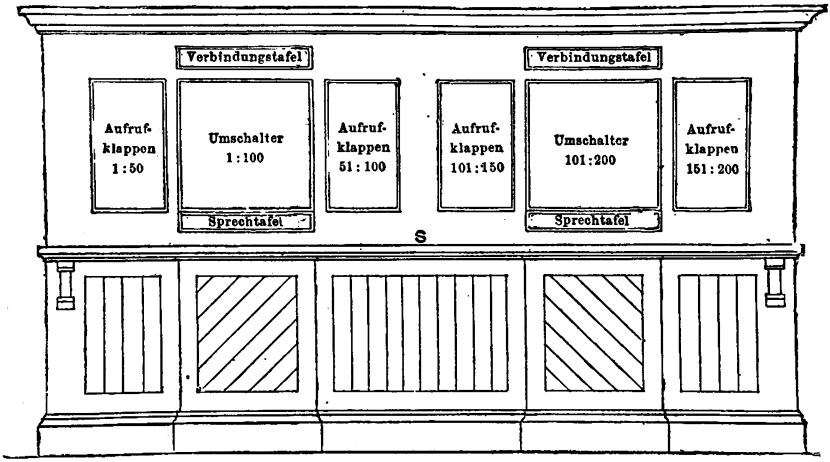
Der Aufruf von Seiten der Centralstelle geschieht mittelst einer Batterie, die stark genug ist, einen Strom von 40 Milliampère über die längste Linie des Netzes zu senden.

Der Ruhestrom fliesst durch ein Relais beim Abonnenten zum Wecker desselben. Dieses Relais ist so construirt, dass es vom Ruhe-

Digitized by Google

strom allein nicht in Thätigkeit gesetzt wird; tritt jedoch der von der Centralstelle ausgehende Arbeitsstrom hinzu, so tritt das Relais und mit demselben der Wecker des Abonnenten in Thätigkeit und so erfolgt der Aufruf des Abonnenten. Da nun die Ruheströme aller Leitungen in derselben Richtung fliessen, so würden sich, im Falle man die entsprechenden Drähte der Abonnenten direct mit einander verbände (A mit A und B mit B), die Wirkungen der Ströme gegenseitig aufheben. Um dieses zu vermeiden, kreuzt man die Stöpselschnüre, so dass der Draht der Stöpselschnur, welcher nach der oberen Fläche eines Stöpsels geht, mit der unteren Fläche des zweiten Stöpsels

Fig. 240.



verbunden wird. Dieses Verfahren ist in unserer Figur bei Nr. 3 und 4 angezeigt. Hängen nun nach Beendigung des Gesprächs die beiden Abonnenten ihre Telephone wieder am Haken auf, so üben die Ströme von beiden Seiten der Centralstelle eine gemeinsame Wirkung auf die Magnetnadeln der beiden Aufrufklappen aus, und benachrichtigen hiedurch den Beamten der Centralstelle, dass das Gespräch zu Ende ist. Letzterer entfernt hierauf die Stöpsel aus den Stöpsellöchern und stellt dadurch den normalen Zustand der Leitungen wieder her.

Ein solches Ruhestromsystem besitzt die folgenden Vortheile: Erstens ermöglicht es ein automatisches Schlusssignal; zweitens dient der Ruhestrom zugleich zur Prüfung der Linie, und zeigt irgend welche Fehler oder Störungen sofort an; und drittens stellt es sich sofort heraus, wenn ein Abonnent sein Telephon am Hacken aufzu-

Digitized by Google

hängen vergisst, und wird hiedurch Zeitverlust beim Aufruf vermieden. Ob diese Vortheile, die aus der Verwendung einer Daniellschen Batterie sich nothwendig ergebenden Uebelstände und Unkosten aufwiegen, ist fraglich.

Die allgemeine Anordnung einer Centralstelle mit 100—300 Abonnenten ist in Fig. 240 dargestellt.

Jeder Klappenschrank mit 100 Stöpsellöchern wird von zwei Beamten bedient, und die entsprechenden Aufrufklappen sind auf zwei Tafeln, je eine auf jeder Seite des Klappenschranks, befestigt.

Jeder Beamte ist mit einem Telephon ausgerüstet, mittelst dessen er sich mit den Abonnenten in's Vernehmen setzt, und ausserdem sind noch weitere Telephone zur Absendung und zum Empfang von Telegrammen vorhanden. Diese Telephone sind mit einer an der unteren Abtheilung des Klappenschranks befindlichen „Sprechtafel" verbunden, an welcher für jedes Telephon zwei Klemmen angebracht sind. An diesen Klemmen ist eine biegsame Schnur befestigt, welche durch das Brett S des Schrankes hindurch, über einen kleinen Flaschenzug, durch das Brett zurückgezogen und dann mit einem Umschaltehebel verbunden wird. Ein jedes dieser Telephone kann sonach mit irgend einem der Abonnenten des Klappenschranks verbunden werden und wenn die Schnüre der Umschaltehebel nicht gebraucht werden, so werden sie durch die Flaschenzüge unter dem Wechselgestell und ausser dem Bereiche der Beamten gehalten. Gehören mehr als 100 Abonnenten einer Centralstelle an, so bewerkstelligt man die Verbindung der mit verschiedenen Klappenschränken verbundenen Abonnenten mittelst Verbindungstafeln, die oben am Klappenschrank angebracht sind. Dieselben bestehen aus Stöpsellöchern, die denen eines gewöhnlichen Wechselgestells ähnlich und gruppenweise mit einander verbunden sind; so z. B. sind A, B, C des Gestelles Nr. I mit A, B, C des Gestelles Nr. II; D, E, F des Gestelles Nr. I mit D, E, F des Gestelles Nr. III; und G, H, J des Gestelles Nr. II mit G, H, J des Gestelles Nr. III verbunden.

Will nun z. B. Abonnent 58 mit Abonnent 223 sprechen, so steckt der Beamte des Gestelles Nr. I Stöpsel in die Stöpsellöcher 58 und E, und gibt dem Beamten des Gestelles Nr. III die Anweisung, E und 223 in gleicher Weise zu verbinden.

154. d) Specielle Klappenschränke. Man hat gefunden, dass bei Leitungen von beträchtlicher Länge der störende Einfluss der Selfinduction in den Elektromagnetrollen der Aufrufklappen die Sprachübertragung bedeutend schädigt und hat demnach, wie solches in Fig. 241 angezeigt, die Aufrufklappen in Nebenleitungen eingeschaltet.

Digitized by Google

Die Aufrufklappen selbst sind den oben beschriebenen ähnlich, mit dem Unterschied, dass die Elektromagnetrollen einen hohen Widerstand (1000 Ohm) besitzen. Die Aufrufklappe (Fig. 242) ist zwischen den Federn des Stöpsellochs eingeschaltet, die zu diesem Zwecke durch

Fig. 241.

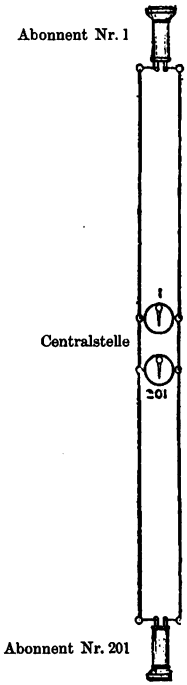
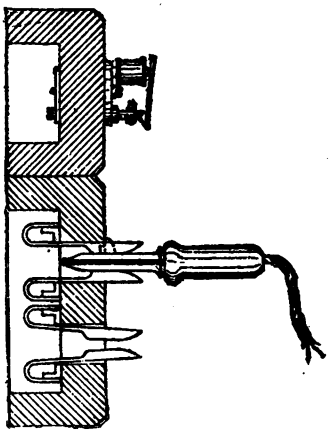


Fig. 242.



ein in der Figur nicht angegebenes Ebonitstück aus einander gehalten werden und demnach erst bei Einführung des Stöpsels die verschiedenen Abonnentenlinien mit einander verbinden.

Capitel XXII.

Das System der Lancashire und Cheshire Telephone Company.

(Nach einem Originalbeitrag des Ingenieurs der Gesellschaft, Mr. J. Poole.)

Das System dieser Gesellschaft, welche im Jahre 1879 in's Leben gerufen wurde, erstreckt sich auf einige der bevölkertsten Districte

Digitized by Google

Englands. Liverpol, Manchester und die Mehrzahl der bedeutenden Fabrikstädte im Norden gehören zu dem genannten Telephongebiete und mit Ausnahme von Newcastle und dessen nächster Umgebung, wo das Telephon von der Regierung betrieben wird, und London, das unter dem Drucke der United Telephone Company seufzt, theilt sich die obige Gesellschaft mit der National Telephone Company von Schottland so ziemlich in den Telephonbetrieb des vereinigten Königreichs.

1. Die Leitungen.

155. Diese bestanden anfänglich ausschliesslich aus Eisendraht von 3 mm Durchmesser und waren an verticalen Stangen mit Querträgern befestigt, die für etwa 100 Drähte eingerichtet waren. In Folge der grossen Ausdehnung des Betriebs mussten diese einfachen Träger durch Gestänge von 2, 3, 4, 5 und sogar 7 Trägern ersetzt werden, die von 50—1000 blanke Drähte nebst Kabeln aufnehmen können.

Seit 1884 werden sowohl die Reparaturen der alten als alle neuen Leitungen mit hartgezogenem Kupferdraht von 1.65 mm ausgeführt. Die Leitungsfähigkeit dieses Drahtes kommt der eines Eisendrahtes von 3.7 mm gleich und sein Gewicht beträgt nur $^1/_5$. Von diesen Drähten lassen sich 50—70 an einer einfachen verticalen Stange befestigen; wird diese Zahl bedeutend überstiegen, so errichtet man die Stangen in der Form eines H oder A. Das Gestänge ist durchgehends von Holz gefertigt und durch das Dach hindurch an den Hauptbalken der Gebäude befestigt. In den grossen Städten, wie Manchester und Liverpool, werden ausser den blanken Drähten noch Luftkabel verwendet, die je nach dem Betriebsbedürfniss von 15 bis 100 Adern enthalten. Zur Verbindung der Städte unter einander werden ausschliesslich blanke Drähte verwendet. Jeder Abonnent, mit Ausnahme weniger, die das weiter unten beschriebene Multipelsystem benutzen, hat seinen eigenen Draht.

Das Leitungssystem ist durchgängig ein einfaches mit Erdrückleitung und die Erdleitung an den einzelnen Sprechstellen muss desshalb mit grösster Sorgfalt ausgeführt werden. Zu diesem Zwecke wird eine gezackte Klemme an der Wasserleitungsröhre angebracht und der Erdleitungsdraht an dieselbe verlöthet. Die Instrumente und die Prüfungsgestelle (vgl. § 157) der Centralstelle sind mit Blitzplatten versehen. Die Haus- und Zimmerdrähte bestehen aus mit Erdwachs isolirten Drahtseilen.

Am 31. December 1887 bestand das Telephonnetz der Gesellschaft aus 7611 Meilen (12254 km); von diesen gehörten 2343 Meilen

Digitized by Google

(3772 km) dem Betriebe von Privatlinien, 2845 Meilen (4580 km) dem Localbetriebe von Centralstellen und 1799 Meilen (2896 km) dem Betrieb zur Verbindung der Städte unter einander an.

Am 30. April 1888 betrug die Anzahl der mit Centralstellen verbundenen Abonnenten 4100; Abonnenten, die sich der Privatdrähte bedienten, 1430.

Im Ganzen besitzt die Gesellschaft 71 Centralstellen und 120 öffentliche Sprechstellen. Die grösseren Städte sind sämmtlich unter einander, entweder direct oder indirect (je nach den Verkehrsbedürfnissen) unter einander verbunden, so dass der ganze, von der Gesellschaft betriebene District ein einheitliches grosses Telephonnetz ausmacht.

2. Die Manchester Centralstelle.

156. Die Einrichtung dieser Centralstelle, die erst in der jüngsten Zeit (Juni 1888) vollendet wurde, ist insofern eine bemerkenswerthe, als man daselbst alle die neuesten Verbesserungen und Erfindungen im Gebiete der Telephonie beisammen findet.

In dem Instrumentensaal, der 120 Fuss lang und 25 Fuss weit ist, befindet sich an dem einen Ende das unten beschriebene Prüfungsgestell (zur Prüfung der Leitungen) und das Hülfsverbindungsgestell (vgl. § 158) mit allen zur Prüfung nöthigen Instrumenten. Den grössten Theil des Saales nimmt das grosse, von der Western Electric Company gefertigte Multipelgestell (vgl. § 115) ein, das 9 für je 200 Abonnenten eingerichtete Abtheilungen enthält. Es sind Vorrichtungen getroffen, dass das ursprünglich für 1600 Abonnenten bestimmte Gestell nöthigen Falles für 4200 Abonnenten eingerichtet werden kann; ausserdem ist eine besondere Abtheilung, die wir Anschlussgestell nennen, dem Betriebe der oben erwähnten Verbindungslinien zwischen den einzelnen Städten (die wir kurzweg Anschlusslinien nennen wollen) vorbehalten, und ferner sind noch besondere Tische mit Umschaltevorrichtungen für den gleichen Zweck aufgestellt.

Das Hülfsverbindungsgestell ist dem Prüfungsgestell zunächst aufgestellt und dann kommen der Länge nach die verschiedenen Abtheilungen des Multipelgestells. Die oben erwähnten besonderen Umschaltetische zur Herstellung der Verbindung mit weit entfernten Centralstellen und öffentlichen Sprechstellen sind rechtwinklig zu dem Multipelgestell am Ende des Saales nächst dem Prüfungsgestell aufgestellt. Das Multipelgestell ist in Capitel XV ausführlich beschrieben und bedarf desshalb keiner weiteren Besprechung.

157. Das Prüfungsgestell ist von allen bisher zu dem gleichen

Digitized by Google

Zwecke dienenden Vorrichtungen vollkommen verschieden und die Erfindung des Mr. J. Poole, des Ingenieurs der Gesellschaft, von dem überhaupt die meisten der weiter unten angeführten Verbesserungen herrühren. Die frühere Form von Prüfungsgestell war mit doppelten Klemmschrauben versehen, an deren einem Ende der von aussen kommende Draht, und an deren anderem Ende der zum Wechselgestelle führende Draht befestigt war. Um eine Prüfung vorzunehmen, wurde die eine oder die andere Klemme losgeschraubt, der Draht herausgenommen und ein Draht vom Prüfungsinstrument entweder mit letzterem zusammengewürgt oder statt desselben an der Klemme festgeschraubt, je nachdem die eine oder die andere Seite zu prüfen war. Dieses Verfahren hat mancherlei Nachtheile: Erstens musste man allen Drähten ein Extrastück beigeben, da man in Folge des häufigen Gebrauches früher oder später auf ein Reissen rechnen durfte. Dieses Extrastück, das gewöhnlich spiralförmig aufgewunden wurde, nahm viel Platz ein und machte es äusserst schwierig, die Drähte in Ordnung zu halten. Zweitens geschah es in Folge des Vorhandenseins der losen Drahtstücke häufig, dass man die Drähte an den falschen Klemmen befestigte, und ferner verwickelten sich die Drähte, deren Anordnung durch den Wohnungswechsel der Abonnenten und andere Ursachen häufigen Aenderungen ausgesetzt ist, in solcher Weise, dass man die grösste Mühe hatte, deren Lauf zu verfolgen und sie von einander zu unterscheiden.

Um diesen Nachtheilen abzuhelfen, wurden die Prüfungs- und Hülfsverbindungsgestelle von Mr. Poole in der durch die Figuren dargestellten Weise construirt, und es ist ihm dadurch gelungen, die Drähte und Kabel trotz aller bei den Abonnenten vorkommenden Aenderungen in vollkommener Ordnung zu erhalten und auch die Prüfungen vorzunehmen, ohne die Drähte oder die Klemmen im geringsten in Anspruch zu nehmen.

Das Prüfungsgestell besteht aus 5 Tafeln, deren jede wiederum in 10 verticale Streifen eingetheilt ist; ein Theil eines solchen Streifens ist in den Figuren 243 und 244 dargestellt. Letztere werden jeder für sich angefertigt, mit Blitzplatte, Stöpselloch und Behälter oder Trog zur Aufnahme des Kabels versehen und neben einander an den Tafeln befestigt. In der Abbildung ist A ein Stück Ebonit, 66 cm lang, 7.6 cm breit und 1.27 cm dick, an dessen einer Seite zwei weitere Ebonitstücke von derselben Länge, 3.8 cm Breite und 9.5 mm Dicke befestigt sind, so dass das Ganze eine Rinne oder einen Trog zur Aufnahme der Drähte bildet. Auf der anderen Seite des Ebonitstücks A ist eine breite Messingschiene angeschraubt, an

Digitized by Google

deren beiden Seiten, in einer Entfernung von je 3.175 cm, an einer Kante ausgezahnte Messingplatten befestigt sind. Die gezahnte Kante liegt dicht gegen die Messingschiene an, ohne dieselbe jedoch zu berühren; letztere ist mit der Erde verbunden. Eine der zur Befestigung der Zahnplatte dienenden Schrauben ist mit einer Mutter und

Fig. 243.

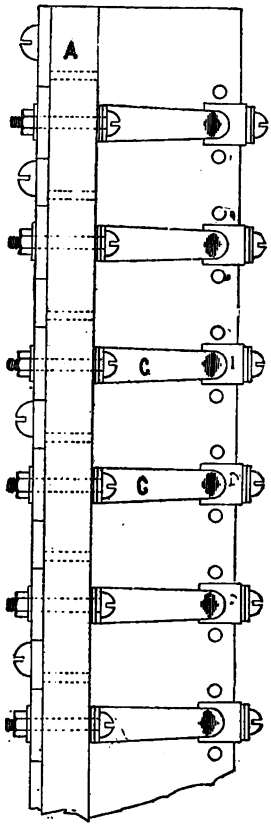
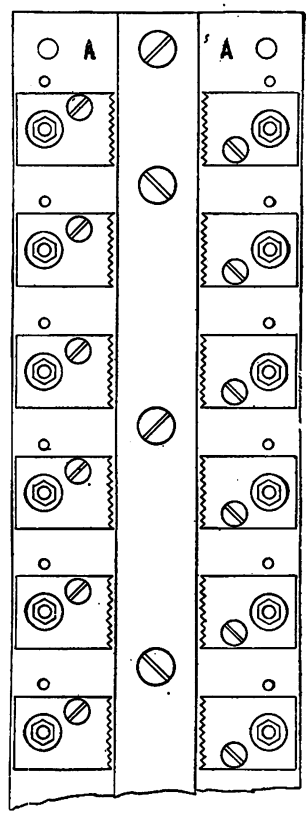


Fig. 244.



mit Unterlagsscheiben versehen und geht durch das Ebonitstück A hindurch. Die Schraubenmutter hält eine gebogene Messingfeder an einem Ende fest, deren anderes Ende eine mit Schraube und Unterlagsscheiben ausgerüstete Messingplatte trägt; letztere ist an den Kanten der Ebonitstreifen befestigt, welche die Seiten des Troges bilden.

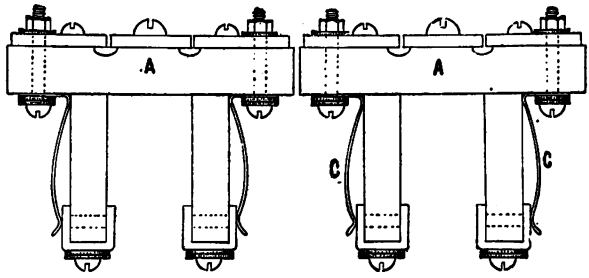
Digitized by Google

Prüfung der Leitungen mittelst des Prüfungsgestells.

An den zur Prüfung dienenden Instrumenten ist eine in einem Stöpsel endigende, biegsame Schnur befestigt; der Stöpsel besteht aus einem flachen Ebonitstück, an dessen einer Seite ein flaches, mit einer Klemme versehenes Messingstück befestigt ist. Stöpselt man nun zwischen dem Ende der Feder C und dem Messingstück (Fig. 245), so kommt das Prüfungsinstrument in directe Verbindung mit der Aussenlinie durch die Klemme und die Zahnplatte. Durch einfaches Umdrehen des Stöpsels stellt man die Verbindung des zur Prüfung dienenden Instrumentes mit dem zum Hülfsverbindungsgestell und von dort zum Wechselgestell führenden Innendrahte her.

Verwendet man einen Stöpsel, dessen Ebonitstück auf beiden Seiten mit von einander isolirten Messingstreifen versehen und an

Fig. 245.



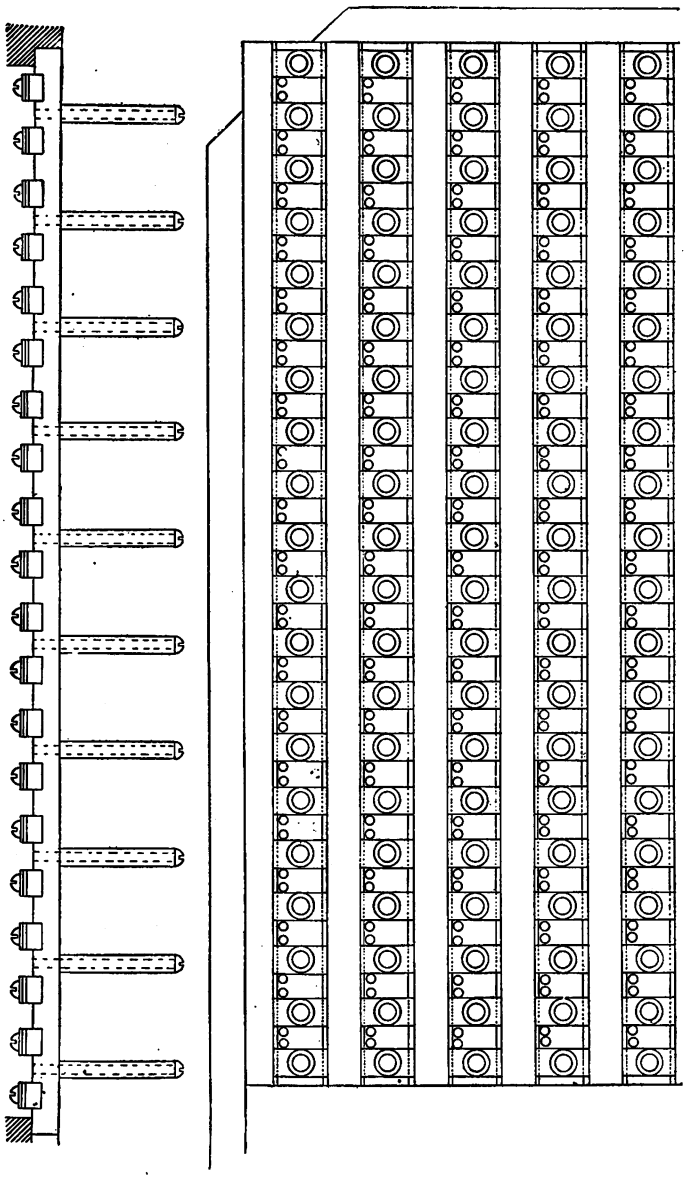
einer biegsamen Doppelschnur befestigt ist, so kann man ein Telephon oder anderes Instrument direct in den Stromkreis irgend einer Leitung einschalten, ohne deren Betrieb zu stören.

158. Hülfsverbindungsgestell. Dasselbe wurde in § 119 kurz erwähnt; ein Theil desselben ist in Fig. 246 dargestellt und besteht einfach aus einer Anzahl von Klemmen, die aus flachen Messingstreifen und Schrauben mit Unterlagsscheiben gebildet und an Ebonitstücken befestigt sind. Die Kabel von den Wechselgestellen werden an den Messingstreifen in regelmässiger Reihenfolge festgelöthet. Die Schrauben und Unterlagsscheiben dienen zum Festschrauben der freien Drähte, welche die Kabel dieses Gestelles mit den Drähten des Prüfungsgestelles verbinden.

Alle von aussen kommenden Drähte gelangen zuerst in einen grossen Trog und durch Bohrlöcher am Boden desselben in die kleineren Tröge auf der Rückseite des Prüfungsgestells. Von dort gehen

Digitized by Google

Fig. 246.



Digitized by Google

sie durch kleine Löcher in den Ebonitstreifen nach deren Vorderseite und werden hier mittelst Schrauben und Unterlagsscheiben an den Zahnplatten festgeschraubt; letztere werden hierauf dicht an die Messingschienen angeschraubt. Die Verbindung der Drähte mit den Zahnplatten geschieht ohne irgend welche Rücksicht auf die Nummer des zu verbindenden Abonnenten; die Drähte werden einfach an auf einander folgenden Klemmen festgeschraubt.

Weitere Drähte werden nun an diesen Klemmen befestigt und durch die kleinen Tröge nach oben geführt, wo sich oberhalb derselben eine Reihe von verticalen Löchern befindet. Durch welches dieser Löcher der Draht zu führen ist, hängt von der Nummer des mittelst dieses Drahtes zu verbindenden Abonnenten ab. Die Drähte für alle Abonnenten zwischen 1 und 300 gehen durch eines der ersten Löcher vom Boden, diejenigen zwischen 300 und 600 durch eines der zweiten Löcher vom Boden und so weiter, je um ein Loch höher für je 300 Abonnenten. Von den Löchern laufen die Drähte horizontal der Rückseite des Prüfungsgestelles entlang, um die Ecke herum nach dem oberen Theile der Vorderseite des Hülfsverbindungsgestells und durch eines der daselbst angebrachten Löcher nach der Rückseite dieses Gestells zu der der Nummer des Abonnenten entsprechenden Klemme. Die Drähte werden in ihrem Lauf durch in Ebonitröhren eingefügte Messingstifte unterstützt und festgehalten.

Um die Vortheile dieser Einrichtungen würdigen zu können, nehmen wir an, dass die Drähte eines gewissen Bezirks in einem 20adrigen Kabel nach der Centralstelle gelangen. Von dem Troge werden die Drähte nach dem Prüfungsgestell geführt und dort ohne Rücksicht auf die Nummern der Abonnenten an der ersten besten der 20 auf einander folgenden Klemmen befestigt, die noch frei sind. Besondere Hülfsverbindungsdrähte führen vom Prüfungsgestell nach den den Abonnenten entsprechenden Nummern des Hülfsverbindungsgestells, und alles dies geschieht, ohne irgend einen der schon verbundenen Drähte zu berühren.

Wechselt nun z. B. Abonnent Nr. 158 seine Wohnung, so dass eine neue Leitung hergestellt werden muss, so wird der einlaufende Draht nach dem Prüfungsgestell geführt und dort an der nächsten besten Klemme befestigt; der alte Hülfsverbindungsdraht wird an beiden Enden losgeschraubt, herausgezogen und ein neuer Draht nach der neuen Klemme am Prüfungsgestell geführt. Der alte Leitungsdraht wird an seiner Klemme am Prüfungsgestell belassen und kann für einen neuen Abonnenten dienen. Hieraus ist ersichtlich, dass irgend eine mit den Aussendrähten vorzunehmende Aenderung mittelst

Digitized by Google

neuer Verbindungen zwischen den Endgestellen ausgeführt wird, und dies ist ein Leichtes im Vergleich zur Aenderung der einlaufenden Drähte, abgesehen davon, dass grössere Ordnung und Regelmässigkeit durch dieses Verfahren ermöglicht wird.

Um irgend einen Abonnentendraht ohne viel Mühe an dem Prüfungsgestell finden zu können, muss man ein Register über die Anordnung der Drähte führen. In der ersten Rubrik dieses Registers steht die Nummer und der Name des Abonnenten, in der zweiten die Nummer der Klemme des Prüfungsgestells, an welcher der Abonnentendraht befestigt ist, und in der dritten die etwaige Aenderung in der Nummer der letzteren Klemme, die durch den Wohnungswechsel des Abonnenten oder irgend einen anderen Grund nöthig wird.

Ein Theil der Doppelseite eines derartigen Registers ist in Folgendem gegeben:

Nummer und Name des Abonnenten	Nummer der Klemme am Prüfungsgestell	Aenderungen	Nummer und Name des Abonnenten	Nummer der Klemme am Prüfungsgestell	Aenderungen
150	802	—	460	1300	—
151	570	—	461	—	79
152	1320	—	462	470	—
153	—	1400	463	22	—
154	960	—	464	49	—

Ausser den oben erwähnten Vortheilen ergibt sich noch ein weiterer, der darin besteht, dass die Drähte auf ihrem Wege von aussen nach dem Wechselgestell ihre Lage gegen einander häufig ändern, so dass es selten der Fall ist, dass die Drähte zweier Abonnenten mit auf einander folgenden Nummern parallel laufen; hiedurch wird nun auch die Induction zwischen irgend solchen Drahtpaaren bedeutend verringert.

Anordnung der Kabel und Drähte am Wechselgestell.

159. Die gewöhnliche Anordnung der Drähte am Multipelgestell wurde in Capitel XV beschrieben, und aus dieser Beschreibung geht hervor, dass bei dem bis jetzt befolgten Verfahren, wonach die Kabel in Trögen an der Rückseite des Wechselgestells entlang geführt werden, zur Verbindung entsprechender Stöpsellöcher an verschiedenen Abtheilungen des Gestells doppelt so viel Draht nöthig ist, als die Entfernung zwischen den betreffenden Stöpsellöchern beträgt. In Folge

Digitized by Google

dessen kommt eine Masse überflüssigen Materials zur Verwendung, und nicht nur vermehren sich hiedurch die Kosten, sondern die zur Unterbringung der Kabel nöthigen, grossen Tröge machen es unter Umständen schwierig, zu den Aufrufklappen auf der Rückseite des Gestells zu gelangen. Und ferner vermehrt sich hiedurch der eine Uebelstand des Multipelsystems, der die Anzahl der Abtheilungen an einem Multipelgestell nothwendigerweise beschränken muss, nämlich die inducirende Wirkung der Drähte auf einander.

Das neue, in der Manchester Centralstelle befolgte Verfahren macht den erfolgreichen Betrieb einer doppelten Anzahl von Abtheilungen am Multipelgestell möglich, indem es sich nur halb so langer Kabel zur Verbindung der Stöpsellöcher bedient, oder es erlaubt andererseits den Betrieb derselben Anzahl von Abtheilungen mit nur halb so grosser Inductionswirkung und halben Auslagen für Kabel.

160. Auch die zu diesem Zwecke benutzten Kabel sind neuer Construction. Anstatt besonderer Kabel für die Sprech- und Prüfungsleitung bedient man sich ovaler, die doppelte Anzahl von Drähten enthaltender Kabel, die zu beiden Zwecken dienen, und in welchen die zweierlei Drähte zusammengewürgt und durch verschiedenartige Umhüllungen unterschieden werden. Der Bleimantel dieser Kabel ist, wie bei der früheren Anordnung, mit der Erde verbunden.

Diese Anordnung empfiehlt sich auch aus dem Grunde, dass eine Aenderung des einfachen Leitungssystems in Aussicht zu nehmen ist. Wir haben schon mehrfach erwähnt, dass ein einfaches Leitungssystem mit Erdrückleitung, sei es auch noch so sorgfältig ausgeführt, den äusserst störenden, von verschiedenen Ursachen herrührenden inductiven Effecten ausgesetzt ist, während eine metallische Doppelleitung von solchen Wirkungen nur wenig beeinflusst wird. In Folge dieses Umstandes bemerken wir in neuerer Zeit eine unverkennbare Tendenz, metallische Doppelleitungen zum Telephonbetrieb zu verwenden; in Amerika z. B. hat die Western Electric Company in den Jahren 1887 und 1888 beinahe ausschliesslich Telephonkabel mit Doppelleitungen gelegt. Wird nun eine solche Aenderung im System der Lancashire und Cheshire Telephone Company nöthig, so lassen sich die Prüfungsdrähte der Wechselgestelle als Rückleitungsdrähte benutzen und sind ausserdem durch Zusammenwürgen mit den Liniendrähten gegen inductive Wirkungen besonders geschützt. Unter den gebotenen Verhältnissen eines einfachen Leitungssystems wird die Induction durch obige Anordnung verringert, indem die Drähte weiter aus einander gehalten werden.

161. Bei der neuen Anordnung laufen die Drähte direct in gerader

Digitized by Google

Linie von einer Reihe von Stöpsellöchern nach der entsprechenden Reihe der nächsten Abtheilung, ohne den Zutritt zu den Stöpsellöchern selbst im Geringsten zu hindern.

Fig. 247 zeigt das neue Verfahren zur Verbindung der Stöpsellöcher mit den Kabeln.

Blöcke D von der Weite einer einzelnen Abtheilung des Wechselgestells (2 m bei dem Manchester Gestell) sind an einer Bank von der Länge des ganzen Wechselgestells angeschraubt. Ein Stöpsellochstreifen wird hierauf an einem jeden dieser Blöcke verschraubt, und zwar so viele Streifen, als man an dem Wechselgestell Abtheilungen zu verbinden hat, und jeder dieser Streifen erhält die gleiche Nummer. Hinter diesen Streifen, in verschiedener Entfernung, jedoch nicht näher als $3\frac{1}{3}$ cm, ist ein Richtblock befestigt, an dessen oberer Seite Einschnitte angebracht sind, und von der Mitte dieser Einschnitte ragen 20 Stifte hervor, die von einander ebenso weit entfernt sind wie die Hülsen der Stöpsellöcher. An beiden Enden dieser Richtblöcke werden Klemmen angeschraubt, und damit sind die Vorrichtungen zur Herstellung der Kabelverbindungen vollständig.

Der Kabel wird nun in solche Längen geschnitten, die von der letzten linken Feder eines Streifens um den Endstift des Richtblocks herum nach dem nächsten Block rechter Hand und um dessen letzten rechten Stift herum bis zur letzten Feder des Streifens reichen ($1\frac{1}{4}$ cm werden für Löthstellen zugegeben). Die beiden Kabelenden werden hierauf von ihrem Bleimantel und übrigen äusseren Umhüllungen befreit und die blanken Enden an den Klemmen befestigt, so dass nun jedem Streifen gegenüber die Enden zweier Kabel liegen.

Der Arbeiter, der vor einem der Blöcke steht, nimmt nun ein Paar Drähte des Kabels zu seiner Linken, biegt dieselben um den letzten rechten Stift, entfernt die Bekleidungen von den Enden der Drähte in solcher Weise, dass der bedeckte Theil gerade bis zu den Contactfedern des Stöpselloches reicht, und führt dann den weissen Draht durch die Oeffnung zur unteren Feder des Prüfungsdrahts und den farbigen Draht zur mittleren Feder des letzten Stöpselloches. Auf dieselbe Art werden alle unteren und mittleren Federn der sämmtlichen Stöpsellöcher eines Streifens mit den Drähten des Kabels verbunden. Hierauf nimmt man die Enden des Kabels zur Rechten, biegt dieselben in ähnlicher Weise um die Stifte und verbindet sie mit den Federn, die weissen Drähte mit den unteren oder Federn des Prüfungsdrahtes und die farbigen mit den oberen Federn. Hieraus ergibt sich, dass an jeder der unteren Federn zwei Drähte, der eine von dem Kabel links, der andere von dem Kabel rechts, befestigt

Digitized by Google

sind. Die Drähte werden zunächst alle an den Federn verlöthet, die losen Stücke abgeschnitten und die Drähte auf der Rückseite des

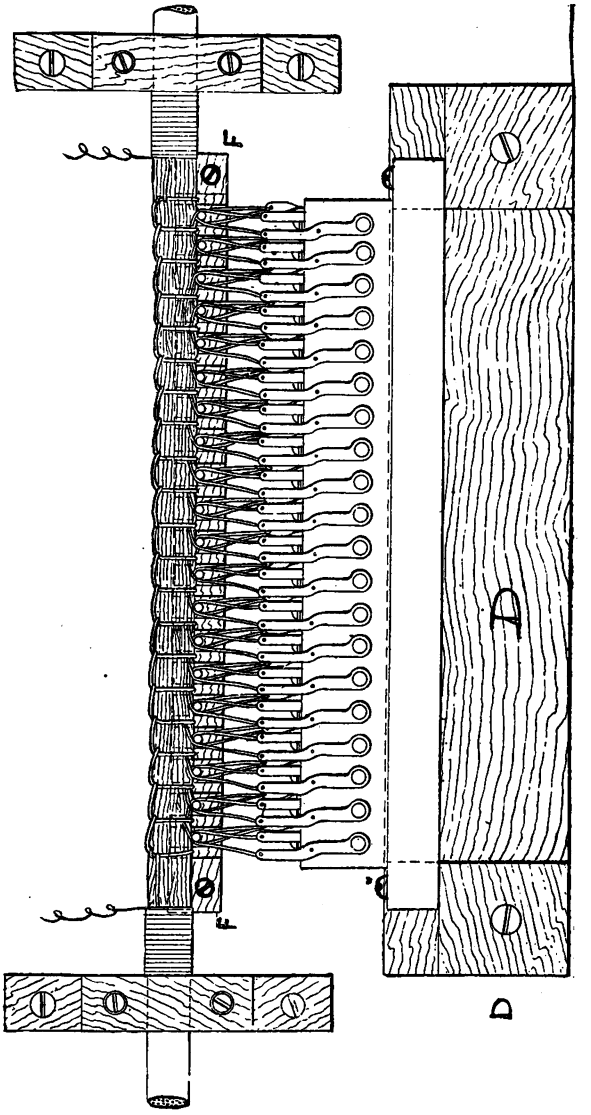


Fig. 247.

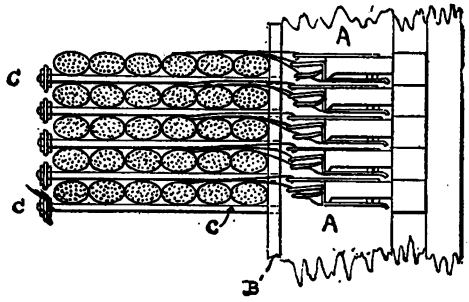
Richtblocks mit Band oder isolirtem Draht zusammengebunden und durch die Einschnitte des Blockes hindurchgeführt, so dass sie, so zu

Digitized by Google

sagen, ein zusammenhängendes Kabel bilden, von welchem aus Drähte nach den Stöpsellöchern sich abzweigen. Das gleiche Verfahren wiederholt sich bei allen an der Bank befestigten Blöcken; nur muss man von Zeit zu Zeit die an den Federn befestigten Drähte prüfen, um sich zu versichern, dass die entsprechenden Stöpsellöcher der verschiedenen Streifen der ganzen Länge nach unter einander verbunden sind. Sind nun alle diese Verbindungen hergestellt, so werden die Streifen von den Blöcken losgeschraubt, das Kabel wird von den Stiften des Richtblockes losgewunden, nach der Rückseite des Wechselgestells gebracht und jeder Streifen an seinem geeigneten Platze am Wechselgestell angeschraubt.

Wie oben bemerkt, beträgt die Entfernung zwischen dem ersten Richtblock und den Stöpsellochstreifen $3\frac{1}{3}$ cm, und dies ist demnach die Länge der Kabel, die zur Verbindung mit den Stöpsellöchern der ersten Tafel des Manchester Wechselgestells dienen. Für jede weitere der 5 folgenden Tafeln wird diese Entfernung um 1.9 cm vermehrt, so dass die Kabel der sechsten Tafel 12.7 cm von derselben abstehen.

Fig. 248.



Zwischen je 2 Tafeln befindet sich ein Mittelstück A (Fig. 248), an welchem eine stählerne Stange B befestigt ist, und in dieselbe sind Stahlstifte C C in solcher Entfernung von einander eingeschraubt, dass man zwischen je 2 Stifte 6 Kabel hinter einander einlegen kann. Weitere Stifte werden in dem Masse eingeschraubt, als mehr Kabel zur Verwendung kommen.

Auf diese Art erzielt man eine gefällige und compacte Anordnung der Kabel, die keiner der am Gestelle nöthigen Manipulationen im Wege steht.

Um eine fehlerhafte Stelle an einem der Stöpsellochstreifen zu erreichen, werden einige der Stahlstifte oberhalb und unterhalb dieser Stelle rechts und links abgeschraubt, und so erhält man eine Oeffnung, die gross genug ist, um den fehlerhaften Streifen zu entfernen. Nach Beseitigung des Fehlers wird der Streifen wieder eingesetzt und die Stifte zwischen den Kabeln wieder eingeschraubt.

162. Auch in der Art und Weise der Verbindung des Hülfsverbin-

Digitized by Google

dungsgestells mit den Aufrufklappen ist eine wesentliche Verbesserung eingeführt worden, mittelst deren die Länge des Wechselgestellkabels, durch welche man zu sprechen hat, im Durchschnitt auf die Hälfte oder sogar noch weniger reducirt wurde. Wie schon verschiedene Male erwähnt, wird hiedurch auch die Induction auf die Hälfte reducirt.

Die meisten Stöpsellöcher an dem Manchester Wechselgestell befinden sich im oberen Theile der Tafel in Abtheilungen von 100. Dies sind die allgemeinen oder gewöhnlichen Stöpsellöcher. Unmittelbar unterhalb derselben ist eine doppelte Reihe von Streifen, welche das Gestell seiner ganzen Breite nach einnehmen und Localstöpsellöcher genannt werden. Dieselben sind 200 an der Zahl, sind mit den Aufrufklappen derjenigen Abonnenten verbunden, deren Leitungen an der betreffenden Abtheilung des Wechselgestells enden, und in dieselben stöpselt der Beamte, um den Aufruf des Abonnenten zu beantworten. Die Nummern der Localstöpsellöcher findet man auch unter den allgemeinen Stöpsellöchern derselben Gestellsabtheilung wieder, und diese doppelte Einrichtung hat den Vortheil, dass man die Verbindungsschnüre bei Herstellung der Verbindungen nicht quer über die Tafel zu spannen braucht, und ferner erhalten die Gestelle dadurch auch ein gleichförmigeres und gefälligeres Aussehen.

Das gebräuchliche Verfahren zur Verbindung dieser Stöpsellöcher bestand darin, dass man die Kabel von dem Prüfungsgestell nach dem geeigneten Streifen unter den allgemeinen Stöpsellöchern der nächstgelegenen Wechselgestellstafel, von dort nach dem entsprechenden Streifen der nächsten Tafel und so fort bis an's Ende des Gestelles führte, d. h. alle Verbindungen gingen ausschliesslich nach den allgemeinen Stöpsellöchern. Für etwaige zukünftige Erweiterungen wurde daselbst dem Kabel eine Extralänge zugesetzt, und dann wurde dasselbe zu dem Localstöpselloch derjenigen Tafel zurückgebracht, welche die dem Abonnenten zugehörige Aufrufklappe enthielt. Schliesslich wurde das entsprechende Localstöpselloch mit der Aufrufklappe mittelst eines kurzen Drahtes verbunden. In Folge dessen betrug die Länge des zur Sprachübertragung am Wechselgestell verwendeten Kabels das Doppelte des ganzen Gestells, und eine Verminderung der Distanz ist aus schon mehrfach angeführten Gründen von der grössten Wichtigkeit. Dieser Zweck wurde dadurch erreicht, dass man die Localstöpsellöcher mit den gewöhnlichen Stöpsellöchern mittelst eines möglichst dünnen Kabels verbindet, in welchem die einzelnen Drähte nur durch Seideumspinnung von einander isolirt sind.

163. Umschaltehebel. Wie aus Figuren 249 und 250 ersichtlich,

Digitized by Google

sind auch diese Vorrichtungen, die zur Einschaltung der von den Beamten gebrauchten Telephone in die Abonnentenleitungen dienen, eigenthümlicher Art.

Wird der Hebel A in der in der Figur angedeuteten Weise umgelegt, so werden die Doppelfedern B und C durch das Ebonitstück D mit den unteren Contactstücken E und F in Verbindung gebracht, und dadurch wird die Sprechvorrichtung und Batterie der Beamten in diejenige Abonnentenlinie eingeschaltet, welche mittelst eines Paares

Fig. 249.

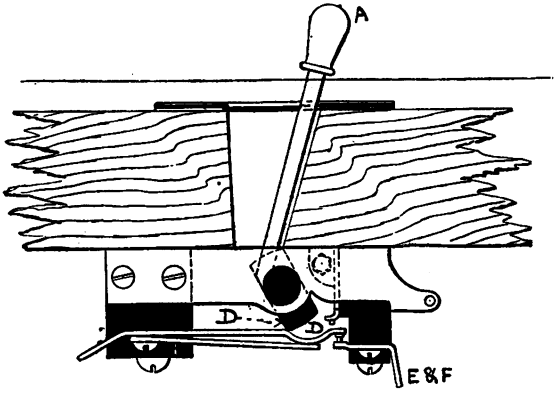
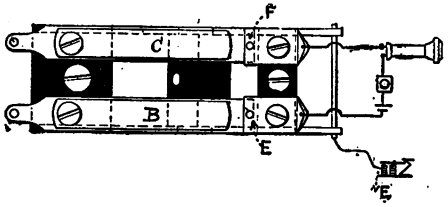


Fig. 250.



Verbindungsschnüre mit den Federn des Umschaltehebels verbunden ist. Wird der Hebel in der anderen Richtung umgelegt, so legen sich die Doppelfedern gegen die oberen Contacte, zwischen welchen die Schlussklappe eingeschaltet ist. Letztere befindet sich in einer Nebenleitung und ist desshalb mit einem polarisirten Relais versehen.

Die Einschnitte, in denen sich die Umschaltehebel bewegen, sind in folgender Weise gegen den Staub geschützt. Ein flaches Metallstück (Fig. 251) ist in der Mitte mit einem Bohrloch versehen, in welches der Hebel A hineinpasst. Das Metallstück selbst wird in

Digitized by Google

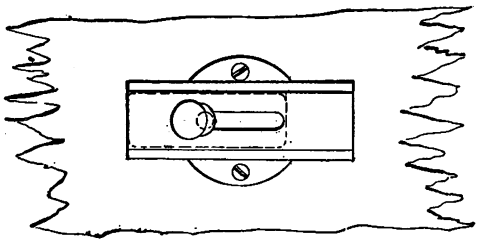
eine Art Rinne am Deckel eingefügt, der am Umschaltetisch angeschraubt und mit einer Nuth versehen ist, in welcher sich der Hebel hin und her bewegt. An dieser Bewegung nimmt das Metallstück Theil und beseitigt dadurch allen Staub, der sich möglicherweise anhäufen könnte.

Vorkehrungen zum Betrieb der Anschlusslinien.

164. Wie schon oben erwähnt, sind die meisten grösseren Städte im Bezirke der Lancashire und Cheshire Telephone Company telephonisch mit einander verbunden.

Zu diesem Zwecke werden die Drähte der verschiedenen Städte zuerst, wie alle anderen Drähte, nach dem Prüfungsgestell geführt. In den meisten Fällen, wo mehr als ein Anschlussdraht nach einer bestimmten Stadt führt, werden die Drähte in zwei bestimmte Klassen

Fig. 251.



getheilt, nämlich in Drähte, welche zum Aufruf einer auswärtigen Centralstelle dienen, und in solche, die zum Aufruf der Manchester Centralstelle durch eine auswärtige Centralstelle dienen. Letztere werden an dem hiezu bestimmten, in § 156 erwähnten Anschlussgestell angebracht und auf die gewöhnliche Art betrieben, während die ersteren zu drei speciellen Gestellen führen, die rechtwinklig zu dem allgemeinen Multipelgestell aufgestellt sind, und deren jedes etwa 20 Leitungen enthält. Diese Gestelle werden je von zwei Beamten bedient.

An jedem dieser Gestelle werden 20 Stöpsellöcher mittlerer Grösse mittelst einfacher Schnüre mit dem für die Anschlusslinien bestimmten Anschlussgestell verbunden und entsprechend numerirt. Im Mittelpunkte dieses letzteren befindet sich ein Beamter, der ein mit den drei speciellen Gestellen verbundenes Telephon beständig am Ohre hält und den empfangenen Weisungen gemäss die Verbindung zwischen den Localabonnenten und den von auswärts kommenden Leitungen herstellt.

Digitized by Google

Für solche Abonnenten der Centralstelle, welche die Anschlusslinien häufig benutzen, werden besondere Vorkehrungen getroffen. Man führt deren Leitungsdrähte von dem Prüfungsgestell nach besonderen, in der Mitte der Tafel der speciellen Anschlussgestelle angebrachten Stöpsellöchern, von da nach den Stöpsellöchern der gewöhnlichen Wechselgestelle und zurück nach Klappen, die am speciellen Anschlussgestell angebracht sind. Mit letzterem sind auch eine Anzahl von Prüfungsdrähten verbunden, welche den mit der Bedienung betrauten Beamten in Stand setzen, zu ermitteln, ob seine Leitungen besetzt sind oder nicht, so dass derselbe nunmehr die Verbindungen wie am gewöhnlichen Wechselgestell direct herstellen kann und sein Telephon nicht fortwährend am Ohr zu halten braucht.

165. Wenn ein Localabonnent nach einer entfernten Stadt telephoniren will, so hat er einen gewissen Betrag zu entrichten, und dieser Betrag sowie auch der Name der Stadt und die geforderte Nummer müssen auf einem Zettel verzeichnet werden. Diese Zettel wurden gewöhnlich von den an den Wechselgestellen thätigen Beamten ausgefertigt und verursachten begreiflicherweise einen bedeutenden Verzug in Beantwortung der üblichen Aufrufe. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, verfährt man in der folgenden Weise:

Der Abonnent, der nach auswärts telephoniren will, benachrichtigt hievon den Beamten des gewöhnlichen Wechselgestells mittelst des Wortes „trunk" (Anschlusslinie), und letzterer verbindet ihn mit einem Tisch, an welchem ein Gehülfe sitzt, dessen einzige Arbeit darin besteht, dass er die fraglichen Zettel ausfertigt. Nachdem der Gehülfe die Anweisungen des rufenden Abonnenten entgegengenommen hat, gibt er das Schlusssignal, und die Leitung wird in ihre ursprüngliche Schaltung zurückgebracht. Nachdem der Zettel ausgefertigt ist, wird er mit einem von der Western Electric Company gefertigten automatischen Zeitstempel versehen und dem Beamten des Anschlussgestelles eingehändigt, der die Verbindung mit der entfernten Stadt in der oben beschriebenen Weise herstellt.

Eine besondere Vorrichtung ermöglicht eine Zeitcontrole der mittelst der Anschlusslinien ausgeführten Verbindungen. Oberhalb jeder zu einer Anschlusslinie gehörigen Klappe ist eine Scheibe angebracht, welche durch eine kleine Uhr zum Fallen gebracht wird, sobald die für ein Gespräch eingeräumte, bestimmte Zeit verflossen ist. Durch das Fallen der Scheibe wird entweder die Verbindung automatisch unterbrochen oder der Beamte veranlasst, die Verbindung aufzuheben oder einen weiteren Betrag für die Benutzung der Leitung zu erheben.

Digitized by Google

Capitel XXIII.

Einschaltung von mehreren Fernsprechstellen in eine und dieselbe Leitung.

166. Das gewöhnliche Verfahren, wonach jeder Abonnent eines Telephonnetzes einer speciellen Leitung (in manchen Fällen sogar einer Doppelleitung) bedarf, ist äusserst kostspielig. Unter den Abonnenten befinden sich natürlich welche, die ihre Leitung beinahe beständig benutzen, allein im Durchschnitt übersteigt die Zahl der Aufrufe selten 10 per Tag, so dass die Leitung die meiste Zeit nicht in Anspruch genommen ist und nicht einmal den zehnten Theil der Arbeit verrichtet, die sie füglich versehen könnte. Dieses ist ein auffallender Gegensatz zu den Telegraphendrähten, die gewöhnlich bis an die äusserste Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt werden. Extrarasche Multiplexapparate werden zu diesem Zwecke verwendet, während die Telephondrähte neun Zehntel der Zeit müssig bleiben. Dieser Umstand zeigt auf's Deutlichste, dass die Telephonie noch vollständig in ihrer Kindheit ist, und dass eben in dieser Richtung wichtige Fortschritte zu erwarten stehen.

Zahlreiche Versuche sind mit mehr oder minder Erfolg gemacht worden, mehrere Abonnenten in eine Leitung einzuschalten (und wir werden die erfolgreicheren dieser Versuche in diesem Capitel behandeln); es ist jedoch zu bemerken, dass in dieser Hinsicht ein grosser Unterschied zwischen der Telegraphie und Telephonie besteht.

Nichts leichter, als mehrere Telegraphenstationen in eine Leitung einzuschalten, während die Bedingungen in der Telephonie vollständig verschieden sind; die Abonnenten sind keine Beamten, die einen speciellen Fachunterricht genossen haben; sie dürfen nicht durch irrthümliche Aufrufe belästigt werden und sie verlangen, dass ihr Gespräch nicht von anderen in die gleiche Leitung eingeschalteten Abonnenten mit angehört werden darf. Alle diese Bedingungen, welche complicirte Vorrichtungen nöthig machen, kommen in der Telegraphie nicht vor. In der Telegraphie kommen sogenannte „individuelle Aufrufe" zur Verwendung und in der That haben verschiedene Erfinder dieses Princip auf die Lösung der entsprechenden Aufgabe in der Telephonie angewendet. Eine wirklich praktische Lösung dieses Problems wäre in so fern von der grössten Wichtigkeit, als dadurch die Anzahl der Drähte bedeutend verringert würde und dass man ferner

Digitized by Google

die kleinen Ortschaften, welche gewöhnlich die grossen Städte umgeben, leicht mittelst einer einzigen Leitung betreiben könnte.

Die Bedingungen, welche ein wirksames Aufrufsystem erfüllen muss, sind die folgenden:

1) Die Centralstelle muss jeden Abonnenten aufrufen können, ohne die anderen in die gleiche Leitung eingeschalteten Abonnenten zu behelligen.

2) Jeder Abonnent muss die Centralstelle aufrufen können, ohne die anderen Abonnenten zu stören.

3) Wenn ein Abonnent mit der Centralstelle oder durch deren Vermittlung mit einem anderen Abonnenten in Verkehr getreten ist, so muss es den anderen Abonnenten unmöglich sein, das Gespräch mit anzuhören oder zu unterbrechen.

4) Irgend zwei Abonnenten auf derselben Leitung müssen mit einander verkehren können.

Die in Vorschlag gebrachten Lösungen lassen sich in drei Klassen eintheilen:

Die erste beschränkt sich auf 2 Abonnenten in der gleichen Leitung oder 4 Abonnenten in einer Doppelleitung.

In der zweiten Klasse geht der einfache Leitungsdraht nach einem gewissen, von der Centralstelle mehr oder weniger entfernten Punkte, von wo aus die Leitungsdrähte der Abonnenten sich strahlenförmig abzweigen.

Zur dritten Klasse gehören diejenigen Systeme, in welchen eine beliebige Anzahl von Abonnenten hinter einander in die gleiche Leitung eingeschaltet werden.

Zur ersten Klasse gehören die Systeme von Ader und von Grassi und Beux.

Erste Klasse.

Ader's System.

167. Dieses System ist den Doppelleitungen des Pariser Telephonnetzes angepasst und ermöglicht die directe Verbindung von 4 Abonnenten mittelst einer metallischen Hin- und Rückleitung.

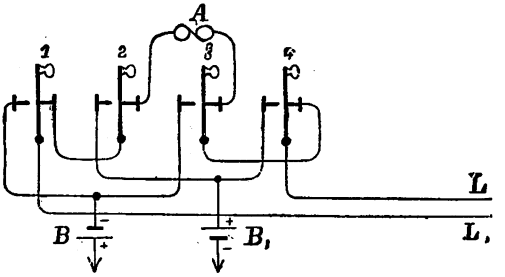
An der Centralstelle ist, wie in Fig. 252 angegeben, in der betreffenden Hin- und Rückleitung L und L' für jede der eingeschalteten Fernsprechstellen ein Taster — 1, 2, 3 und 4 — aufgestellt. Diese Taster sind derart unter einander und mit den beiden Weckbatterien B und B_1 sowie mit den beiden Leitungszweigen verbunden, dass beim Niederdrücken des Tasters 1 und 3 die mit ihrem +Pol an

Digitized by Google

der Erde liegende Batterie B, beim Niederdrücken der Taster 2 und 4 dagegen die mit ihrem —Pol an der Erde liegende Batterie B_1 in Thätigkeit gesetzt wird. Aus Fig. 252 ergibt sich ferner, dass die Hebel der Taster 1 und 2 unmittelbar, bezw. mittelbar mit dem Leitungszweig L', die Taster 3 und 4 in gleicher Weise mit L in Verbindung stehen. In Folge dieser Anordnung wird in L' beim Niederdrücken des Tasters 1 ein —Strom, durch Druck des Tasters 2 ein +Strom, und in L durch Taster 3 ein —Strom, durch Taster 4 ein +Strom gesendet. In welcher Weise diese Ströme bei den Abonnentenstellen zur Wirkung gelangen, wird später erörtert werden.

168. Die Einrichtung bei den durch dieselbe Doppelleitung an die Centralstelle angeschlossenen Sprechstellen der 4 Abonnenten zeigt Fig. 253. Danach ist jede der 4 Sprechstellen I, II, III, IV mit einem nur beim Durchgang eines Stromes von bestimmter Richtung, d. h. entweder eines + oder eines —Stromes ansprechenden Relais R, einem durch eine Localbatterie b in Thätigkeit tretenden Wecker W,

Fig. 252.

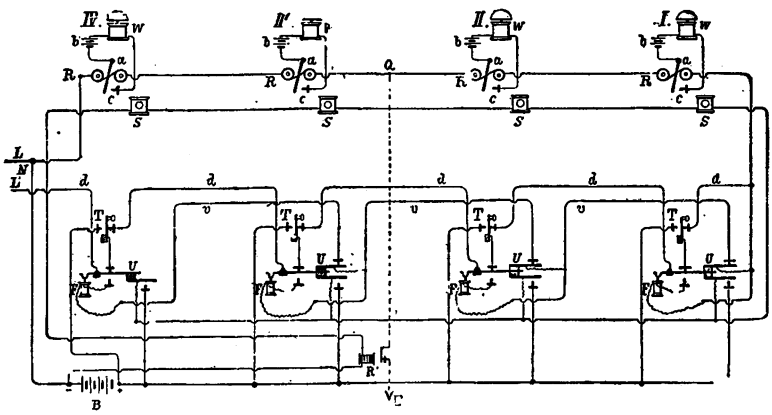


einem Signalapparat S, einem selbstthätigen Umschalter U und einem zum Anrufen der Centralstelle dienenden Taster T ausgerüstet. Die ausserdem für jede Sprechstelle erforderlichen Fernsprechapparate sind der besseren Uebersicht wegen nur durch den im Ruhezustand am selbstthätigen Umschalter U anhängenden Fernsprecher F angedeutet. Für sämmtliche 4 Fernsprechstellen gemeinschaftlich sind ferner ein Relais R' und eine Batterie B vorhanden. Von dem die Relais R verbindenden Leitungsdraht, und zwar von einem zwischen den Sprechstellen III und II liegenden Punkte Q aus ist eine Zweigleitung über den Anker und den Ruhecontact des Relais R' zur Erde E geführt. Diese Erdverbindung wird aufgehoben, sobald das Relais R' in Thätigkeit tritt, d. h. sobald der Anker desselben den Ruhecontact verlässt.

Digitized by Google

Die selbstthätigen Umschalter U sind derart eingerichtet, dass im Ruhezustande, d. h. bei angehängtem Fernsprecher die beiden mit der eben erwähnten Abzweigung zur Erde versehenen Verbindungsleitungen unter Einschaltung der 4 Relais R und unter Vermittlung der Hebel der Taster T und der Drähte d mit einander verbunden sind. Wird jedoch bei einer Sprechstelle der Fernsprecher F abgehoben, dann wird nicht nur dieser Fernsprecher unter theilweiser Ersetzung der Drähte d durch die Drähte v circular in die Anschlussleitung eingeschaltet, sondern es wird gleichzeitig der Stromkreis der Batterie B derart geschlossen, dass der Batteriestrom sowohl die Rollen des allen 4 Stellen gemeinsamen Relais R' als auch die Drahtrollen der sämmtlichen 4 Signalapparate S durchfliesst. Der Anker des

Fig. 253.



Relais R' wird angezogen und dadurch die Erdverbindung Q E aufgehoben; der betreffende Fernsprecher liegt also in einer rein metallischen Leitung ohne Erdverbindung. Durch den Strom der Batterie B werden gleichzeitig die Anker der Signalapparate S so gestellt, dass eine im Ruhezustande durch eine Oeffnung in der Gehäusewand sichtbare Scheibe mit der Bezeichnung „frei" verschwindet, bezw. durch eine die Bezeichnung „besetzt" tragende Scheibe ersetzt wird; hierauf werden die Theilnehmer davon in Kenntniss gesetzt, dass die Leitung benutzt wird, dass also ein Anruf der Centralstelle vergeblich sein würde. Nach Beendigung des Gesprächs wird durch das Anhängen des Fernsprechers am Umschalter U der Stromweg der Batterie B geöffnet und dadurch der Ruhezustand wieder hergestellt. Wird

Digitized by Google

bei freier Leitung bei einer der Fernsprechstellen behufs Anrufens der Centralstelle der Taster T niedergedrückt, dann wird der +Pol der Batterie B mit dem Leitungszweig L' verbunden; da der —Pol dieser Batterie, wie auf Fig. 253 ersichtlich, bei N dauernd mit dem Leitungszweig L in Verbindung steht, so durchläuft der Batteriestrom, wie ein Vergleich mit Fig. 252 ergibt, die Drahtwindung des bei der Centralstelle zwischen den Aufruftastern 2 und 3 eingeschalteten Signalapparates A und setzt diesen in Thätigkeit.

169. Der Anruf einer der 4 Sprechstellen von der Centralstelle aus erfolgt durch Niederdrücken des betreffenden Tasters. Wird z. B. der Taster 1 (Fig. 252) niedergedrückt, dann fliesst, wie oben angegeben, von der mit ihrem +Pole zur Erde abgeleiteten Batterie B ein —Strom von der Centralstelle aus in den Leitungszweig L'. Am Ende dieser Leitung (Fig. 253) durchläuft dieser Strom zunächst die selbstthätigen Umschalter U und die Taster T sämmtlicher 4 Sprechstellen; demnächst findet der Strom, nachdem er auch die Drahtrollen der Relais R der Stellen I und II durchlaufen hat, bei Q einen Weg zur Erde E. Da die Relais R, wie bereits angegeben, so eingerichtet sind, dass dasjenige der Stelle I nur auf einen in Leitung L' angekommenen —Strom, das der Stelle II nur auf einen +Strom auf derselben Leitung anspricht, da ferner die durch Niederdrücken der Taster 1 bezw. 2 (Fig. 252) entsendeten Ströme bei L (Fig. 253) eine Ableitung zur Erde finden, und diese Ströme demnach die Drahtrollen der Relais bei den Sprechstellen III und IV nicht durchlaufen können, so ist klar, dass beim Druck auf Taster 1 der Centralstelle nur das Relais R, bezw. der Wecker W der Sprechstelle I (durch den —Strom der Batterie B), beim Niederdrücken des Tasters 2 nur das Relais, bezw. der Wecker der Sprechstelle II (durch den +Strom der Batterie B_1) in Thätigkeit tritt. Die durch Niederdrücken der Taster 3 bezw. 4 von der Centralstelle aus in den Leitungszweig L gesendeten Ströme finden, nachdem dieselben die Relais R der Stellen IV und III durchlaufen haben, von Q aus ebenfalls einen Weg zur Erde. Das Relais bei III spricht nur auf einen —Strom (Druck des Tasters 3), das Relais bei IV nur auf einen +Strom (durch Druck des Tasters 4) an. Hieraus ergibt sich leicht, dass jede einzelne der 4 Sprechstellen von der Centrale aus angerufen werden kann, ohne die übrigen Stellen in Mitleidenschaft zu ziehen.

Mit Rücksicht auf diese Anordnung erwähnt Herr Elsässer[1]), dass neben den beiden Zweigen der Anschlussleitung noch 4—6 Hülfs-

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Nr. II, 1886.

Digitized by Google

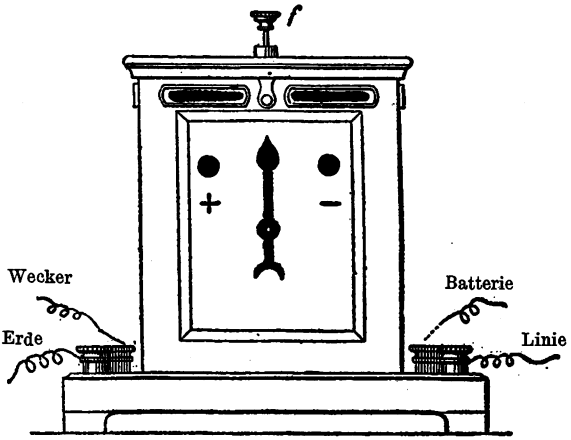
leitungsdrähte zur Verbindung der einzelnen Sprechstellen unter einander erforderlich sind, und dass desshalb eine solche Anlage sich nur da als zweckmässig erweisen dürfte, wo die 4 Sprechstellen in einem und demselben Gebäude sich befinden, oder wo dieselben mindestens ganz nahe bei einander liegen. Ferner leidet die Einrichtung an dem Uebelstande, dass eine von einer Sprechstelle begonnene Unterhaltung unterbrochen wird, sobald bei einer anderen Stelle der Anruftaster T gedrückt oder der Fernsprecher F vom Umschalter U etwa in der Absicht abgehoben wird, um sich zu überzeugen, ob trotz des Signals „besetzt" noch eine Unterhaltung stattfindet.

Diesem Uebelstande hat Herr Elsässer durch eine Modification der Anordnung abgeholfen, hat jedoch hiedurch den Apparat bedeutend complicirt, so dass die ursprüngliche Ader'sche Anordnung in der Praxis wohl vorzuziehen ist, besonders da der oben erwähnte Uebelstand kein sehr bedeutender ist.

Grassi und Beux-System.

170. Dieses System eignet sich hauptsächlich für solche Fabrikanlagen, wo die verschiedenen Bureaux und Arbeitsräume weit von

Fig. 254.

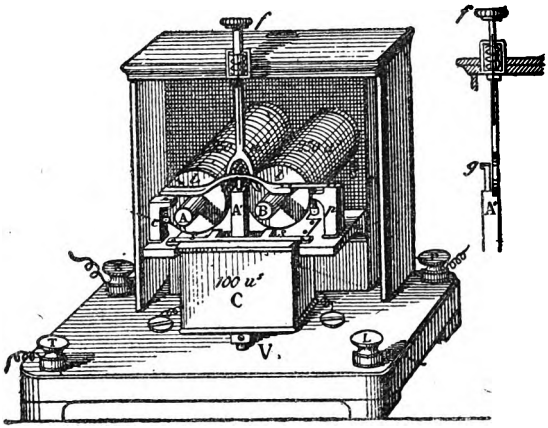


einander entfernt sind, und wo sich demnach bei Anwendung eines einzigen Leitungsdrahtes eine bedeutende Ersparniss ergibt. Der Apparat ist in den Figuren 254 und 255 dargestellt.

Digitized by Google

Jede der drei mit einander verbundenen Sprechstellen enthält eine Batterie zum Aufruf der beiden anderen, und diese Batterie dient gleichzeitig dazu, den Wecker des rufenden Abonnenten zum Läuten zu bringen. Der Stromkreis des Weckers, der im Falle eines Aufrufs durch ein polarisirtes Relais geschlossen wird, bildet demnach eine locale Nebenleitung von der Batterie. Letztere wird gewöhnlich stärker gewählt, als man zum Betrieb eines einfachen Weckers bedarf, und so kann man eine zweite Nebenleitung von derselben abnehmen, und diese zweite Nebenleitung ist es, welche dem Apparate seinen speciellen Character verleiht. Mittelst derselben magnetisirt man ein Stück weichen Eisens, das den allgemein verwendeten permanenten

Fig. 255.



Magnet der polarisirten Relais ersetzt. Diese Magnetisation erfolgt durch die Spule C, und zwar nur in Folge eines Aufrufs. A′ ist ein Stück weichen Eisens, das je nach der Richtung des den Elektromagnet AB durchfliessenden Stromes von rechts nach links abfällt. Der Vortheil dieser Anordnung besteht darin, dass die Polarität des kleinen magnetischen Polwechslers nie verändert wird, welches auch die Stromstärke im Elektromagnet AB sein mag, und dies ist besonders bei langen Leitungen im Falle von Gewittern von grosser Bedeutung, seien dieselben auch noch so sorgfältig durch Blitzvorrichtungen geschützt.

Fig. 256 ist eine schematische Darstellung des Systems. An der Sprechstelle B geht eine Nebenleitung zur Erde, und das Relais ist so angeordnet, dass es diese Nebenleitung im Ruhezustand unterbricht und

Digitized by Google

nur unter dem Einfluss von Strömen von der durch die unteren Pfeile angezeigten Richtung wieder herstellt. Aus der Figur ist ersichtlich, dass ein Strom von der durch die unteren Pfeile angezeigten Richtung durch die Nebenleitung in einer oder der anderen Richtung circuliren wird, je nachdem er von A oder von C ausgeht. Schaltet man desshalb ein zweites polarisirtes Relais in diese Nebenleitung ein, so kann

Fig. 256.

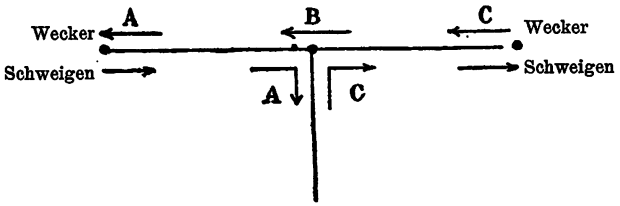
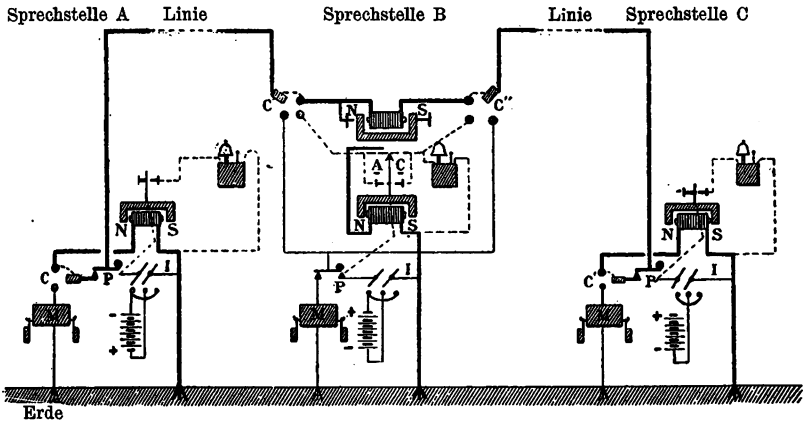


Fig. 257.



man nun bestimmen, von welcher Seite der Aufruf herrührt. Es ergeben sich demnach drei verschiedene Effecte an der Sprechstelle B. Die Ströme von der Richtung der unteren Pfeile dienen zum Aufruf von B durch A und C. Die Ströme entgegengesetzter Richtung dienen zum Aufruf zwischen den beiden Endstationen, gehen durch B hindurch und läuten dort die Glocke.

171. Fig. 257 zeigt die Einrichtung der 3 Sprechstellen. P sind die Aufruftaster, I die Polwechsler, M die Fernsprecher, C die Um-

Digitized by Google

schalter. An der Stelle B werden dreicontactige Umschalter aus dem folgenden Grunde verwendet:

Stelle A darf durch Ströme von der Richtung der unteren Pfeile nicht beeinflusst werden, da diese Ströme von C ausgehen und zum Aufruf von B dienen. Zum Aufruf von A dienen Ströme von der Richtung der oberen Pfeile. Allein in diesem Falle kann A nicht mehr unterscheiden, woher der Aufruf kommt. Diesem Uebelstande wird folgendermassen abgeholfen:

A beantwortet den Aufruf durch Niederdrücken des Tasters P. Geht der Aufruf von C aus, so wird die Antwort direct dahin gelangen, da die Batterie so angeordnet ist, dass sie Ströme von der Richtung der oberen Pfeile gibt. Kommt der Aufruf von B, so gelangt die Antwort gleicherweise auch dorthin, obgleich A den Taster P drückt, da B sofort nach dem Aufruf den Mitteltaster des dreicontactigen Umschalters niederdrückt. Dadurch wird der Strom direct zum Aufrufwecker gesendet, ohne die beiden Relais zu durchfliessen. Nach Empfang der Antwort wird der dritte Taster des Umschalters bei B, der auch zum Aufruf gedient hat, angedrückt.

Das Verfahren behufs des Verkehrs mit C ist ein ähnliches.

Zweite Klasse.

Zur zweiten Klasse gehören alle die Systeme, in denen automatische Umschaltungsapparate zur Verwendung kommen, wie z. B. diejenigen von Bartelous, Sinclair, Ericssen und Cedergren, Oesterreich, Conolly und Mac Tighe, Leduc etc. Der wesentliche Theil dieser Systeme ist eine automatische Umschaltungsvorrichtung, die an dem Punkte aufgestellt wird, wo sich die einzelnen Abonnentenleitungen strahlförmig von dem einfachen Leitungsdraht abzweigen. Wir beschränken uns auf die Beschreibung der vier ersteren, die praktische Anwendung gefunden haben.

Sinclair's automatischer Umschalter [1]).

172. Dieser von Mr. D. Sinclair, dem elektrischen Ingenieur der National Telephone Company in Glasgow, construirte Apparat versieht den Dienst eines Gehülfen, der 2 Abonnenten einer Vermittlungsstelle zu verbinden hat. Hauptsächlich eignet er sich für kleinere Ortschaften in der unmittelbaren Umgebung einer grösseren Stadt, wo die Anzahl der Abonnenten nicht genügend ist, um die Kosten

[1]) Engineering, 18. Februar 1887.

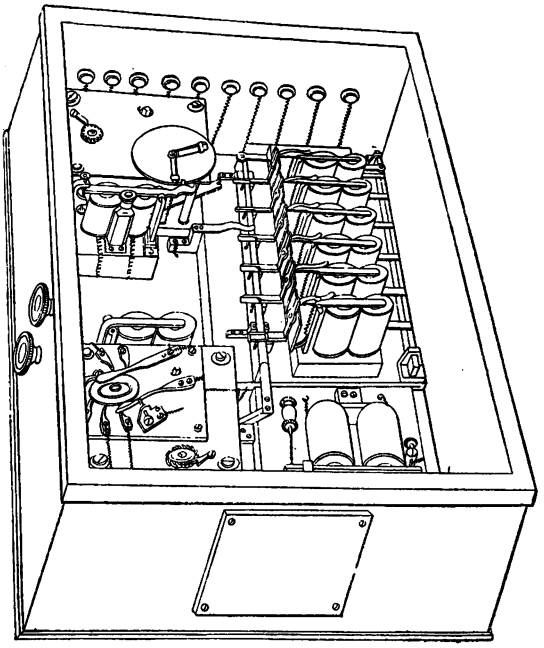
Digitized by Google

einer gewöhnlichen Vermittlungsstelle zu decken, und ferner auch für den Sonntags- und Nachtdienst einer grösseren Centralstelle.

Die Grundzüge, auf welchen die Wirkung des Apparats beruht, lassen sich in folgender Weise darstellen:

Ein „Step-by-step"-Zeigerapparat an der Centralstelle sendet elektrische Ströme nach dem an der Zweigstelle befindlichen automatischen Instrument, und jeder Stromimpuls durchläuft die Spulen eines Elektromagnets oder Relais, das auf die Hemmung eines Uhrwerks ein-

Fig. 258.



wirkt und dadurch die intermittirende Drehung eines an einer Spindel befestigten Zeigers bewirkt. In einem für 6 Abonnenten eingerichteten Apparate, wie solcher in Fig. 258 dargestellt ist, wird der Zeiger siebenmal bei einer vollständigen Umdrehung angehalten, und 7 Stromimpulse sind zu einer solchen Umdrehung nöthig. An jedem der 7 Ruhepunkte ist eine Feder angebracht, die mit der Abonnentenleitung verbunden ist, und der Zeiger macht mit diesen Federn bei seiner Umdrehung Contact.

Figuren 258 und 259 zeigen den Apparat in der Perspective und im Querschnitt.

Digitized by Google

Die Leitungsdrähte laufen von dem Sprechapparat des Abonnenten nach den Klappen A A, die der gekerbten Schiene B gegenüber liegen; diese Schiene hat eine hin- und hergehende Bewegung. An den Fallscheiben a a der Klappen befinden sich hervorstehende Stifte a a', die im Ruhezustand über die Einschnitte b' b' der Schiene B hinausragen.

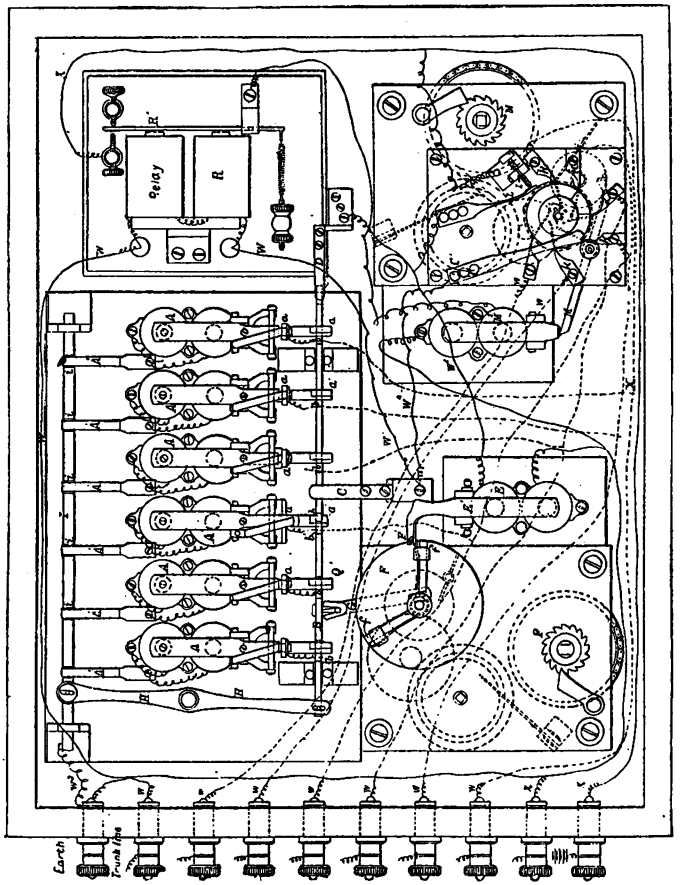


Fig. 259.

Wenn ein Abonnent die Centralstelle aufruft, so fällt der Stift a' der entsprechenden Fallscheibe a in den Einschnitt b und macht mit der Schiene B Contact, die mit der Centralstelle leitend verbunden ist. Auf diese Weise wird der Beamte an der Centralstelle aufgerufen. Die Verbindung zwischen der Centralstelle und der Schiene B wird

Digitized by Google

hergestellt durch: 1. die Anschlussleitung W, 2. die Spulen eines Relais-Elektromagnets R, 3. den Draht W'W' und 4. die gegen die Schiene B anliegende Feder C. Gleichzeitig fliesst der Strom über die Schiene B, die Feder D und den Draht W' nach den Spulen eines Elektromagnets E, dessen Anker E' mit einer in das Uhrwerk F eingreifenden Hemmungsvorrichtung F' ausgerüstet ist. Durch die Anziehung des Ankers E' wird das Uhrwerk in Thätigkeit gesetzt und theilt mittelst des Hebels G der Schiene B seine Bewegung mit, und zwar in solchem Masse, dass der Stift a' der Fallscheibe in den Einschnitt eingepresst wird und mit der Schiene in leitende Verbindung tritt, während die übrigen Einschnitte sich nicht mehr unmittelbar unter den Stiften der anderen Fallscheiben befinden, sondern auf schmalen Ebonitstreifen aufliegen. So lange dieses der Fall ist, können die mit diesen Klappen verbundenen Abonnenten weder bei der Centralstelle noch bei einander anläuten.

Die Schiene B ist ausserdem noch mittelst des Hebels H mit dem Stabe ii auf der entgegengesetzten Seite der Klappen verbunden. Dieser Stab ist durch den Draht W^3 mit der Erde verbunden und bei der Bewegung der Schiene B kommt ein durch Ebonit isolirter Theil des Stabes gegen die Contactfeder A' jeder Klappe zu liegen; die Erdverbindung wird hiedurch aufgehoben, und die Abonnenten, die nunmehr die Wecker nicht mehr zum Anläuten bringen können, sind dadurch verständigt, dass die Anschlusslinie besetzt ist. Die Verbindung zwischen der Centralstelle und den Abonnenten der Zweigstelle wird mittelst eines Zeigers j hergestellt, sobald eine Spindel I gegen die mit den Abonnenten verbundenen Federn K K zu liegen kommt. Die Die Spindel I wird so weit gedreht, bis der Zeiger j mit der Feder K in Contact kommt, und letztere steht mit den Abonnenten der Zweigstelle mittelst eines Uhrwerkes M in Verbindung, das durch die Hemmungsvorrichtung M' und indirect durch das Relais R in Thätigkeit gesetzt wird, wenn ein Strom über den Hauptdraht eintritt. Der Zeiger j dient auch dazu, einen zeitweiligen Contact zwischen der Feder L und dem Knopfe L' herzustellen, wodurch der Stromkreis X durch eine Localbatterie und durch den Elektromagnet E geschlossen wird. In welcher Weise der letztere die Bewegung der Schiene B bewirkt, ist oben angegeben worden. Die Bewegung der Schiene findet nun in entgegengesetzter Richtung statt, der Stift der Fall scheibe wird aus dem Einschnitt herausgehoben und alle Einschnitte werden unter die entsprechenden Stifte der Fallscheiben zurückgebracht. Gleichzeitig werden durch die entsprechende Bewegung der Stäbe ii die Abonnentenleitungen auf's Neue mit der Erde ver-

Digitized by Google

bunden, so dass die oben beschriebenen Vorgänge sich wiederholen können.

173. Zur Herstellung der Verbindung zwischen dem Beamten der Centralstelle und den Abonnenten der Zweigstelle dient demnach das folgende Verfahren: Der Beamte entsendet einen Batteriestrom über die Anschlusslinie W, die Spulen des Relais R, die Schiene B und den Elektromagnet E zur Erde. Das Relais schliesst den Localstromkreis X und bewirkt mittelst des Uhrwerkes M eine Vorwärtsdrehung des Zeigers von Null nach der ersten Feder K, die mit der Abonnentenleitung W in Verbindung steht. Gleichzeitig bewirkt auch das Uhrwerk, durch Einwirkung auf den Anker des Elektromagnets E, eine Bewegung der gekerbten Schiene B, wodurch die Erdverbindung des Abonnenten und die Einwirkung des Elektromagnets auf das Uhrwerk unterbrochen wird. Jeder folgende, von dem Beamten gesendete Strom wirkt in gleicher Weise, bis der Zeiger gegen die mit dem gerufenen Abonnenten verbundene Feder K anliegt. Der Beamte ist nun in directer Verbindung mit dem Abonnenten. Nach Beendigung des Gesprächs fährt der Beamte fort, Ströme in die Leitung zu entsenden, bis der Zeiger auf Null zurückkehrt.

Durch die letzte Drehung des Zeigers auf Null wird die Schiene in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht und der Abonnent wieder mit der Erde verbunden.

Die Verbindung der Federn C und C' mit der Feder D mittelst des Drahtes W^4 hängt von der Stellung des Zeigers j ab. Ausserdem ist noch zu bemerken, dass, wenn der Zeiger gedreht wird, um die Verbindung zwischen der Centralstelle und dem gerufenen Abonnenten herzustellen, der Magnetostrom zum Aufruf des Abonnenten dient und dass dieser intermittirende Strom keine Wirkung auf das Relais ausübt.

Die National Telephone Company in Glasgow und Edinburgh verwendet schon seit einiger Zeit eine Anzahl dieser Apparate und zwar mit dem besten Erfolge. Wie wir uns selbst überzeugt, functioniren dieselben auf's Regelmässigste und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ähnliche Apparate eine wichtige Rolle in der Zukunft der Telephonie spielen werden.

Bartelous' automatischer Umschalter.

(Nach einem Originalbeitrag des Erfinders.)

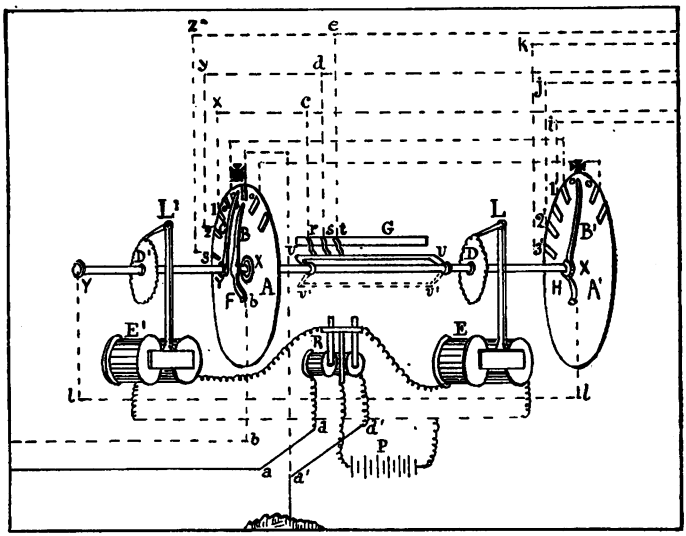
Dieser von Mons. V. Bartelous von Brüssel erfundene Apparat ist sowohl für einfache als für Doppelleitungen eingerichtet.

Digitized by Google

System für Doppelleitung.

174. Fig. 260 zeigt die automatische Zweigstelle und Fig. 261 die Sprechstelle der Abonnenten. Der automatische Apparat besteht aus zwei kreisförmigen Scheiben A A von isolirendem Material, auf deren Peripherie Metallcontacte 1, 2, 3 ... 1', 2' ,3' ... angebracht sind. Von diesen Contacten 1, 1'; 2, 2'; 3, 3' ... laufen die Doppelleitungen zu den verschiedenen Sprechstellen Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3; von jeder Leitung führt eine Nebenleitung c r, d s, e t zu den biegsamen Metallstreifen r, s, t, die auf einem isolirenden Querstück G angebracht sind.

Fig. 260.



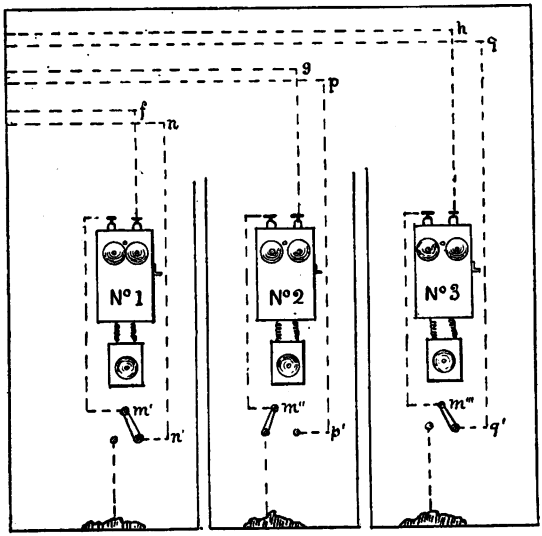
Im Centrum der Parallelscheiben A A sind die senkrechten Achsen X X, Y Y befestigt, deren letztere eine Nadel C trägt, und diese Achsen können, wie wir später zeigen werden, von der Centralstelle aus in drehende Bewegung gesetzt werden. Hiedurch wird die Nadel C successive mit den Punkten 1, 2, 3 in Contact gebracht. Die Achse X X trägt zwei Nadeln B, B' und das eine die Nadel B tragende Ende ragt so weit über die Scheibe A hinaus, dass sich die Nadel B in einer Ebene vor der Scheibe bewegt, die derselben näher liegt wie Nadel C, so dass erstere gleichfalls mit den Contacten 1, 2, 3 ... in Berührung kommt. Ferner ist an der Achse ein an beiden Enden rechtwinklig gebogener Stab V V parallel zu derselben befestigt und mit einer Anzahl von

Digitized by Google

Contactpunkten ausgerüstet, die im Ruhezustand gegen die auf dem Querstück G befestigten Streifen r, s, t anliegen.

Vom mechanischen Standpunkt aus nimmt die Nadel C an der Bewegung der Achse Y Y Theil, während die beiden Nadeln B B' und der Stab V V an der Bewegung der Achse X X Theil nehmen. Vom elektrischen Standpunkt aus ist die Nadel B mit der Achse X X, die Nadel C mit Y Y verbunden; während die Nadel B' von X X isolirt und mittelst des Reibungscontactes H und des Drahtes 11 mit der Achse Y Y in leitender Verbindung steht. Die beiden Achsen werden von der Centralstelle aus mittelst der Batterie P' (Fig. 262), die für

Fig. 261.



den Stromwechsel eingerichtet ist, in drehende Bewegung gesetzt. Der Draht a a a ... leitet den Strom zum automatischen Umschalteapparat. Wird z. B. ein positiver Strom entsendet, so schliesst das polarisirte Relais R den Stromkreis der Localbatterie P durch den Elektromagnet E. Bei jeder Stromentsendung zieht dieser Elektromagnet seinen mit einem Hebel L versehenen Anker an, der Hebel überträgt die Bewegung auf ein an der Achse X X eingekeiltes Zahnrad D, und dieses setzt schliesslich die Achse selbst in Bewegung. Ein negativer Strom wirkt auf dasselbe Relais R in solcher Weise, dass der Stromkreis derselben Localbatterie P durch einen Elektro-

Digitized by Google

magnet E' geschlossen wird, dessen Bewegung durch den Hebel L' der Achse YY mitgetheilt wird.

Diese Stromimpulse werden mittelst eines Morse-Tasters M hervorgebracht, dem ein Umschalter (Fig. 262) und ein Galvanometer beigegeben sind, welch letzteres die Stellungen der Nadeln BB' und

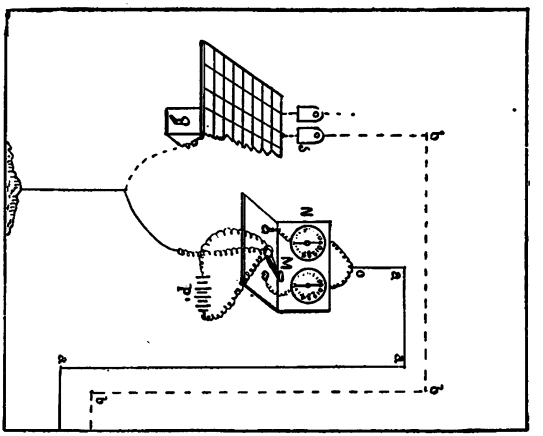


Fig. 262.

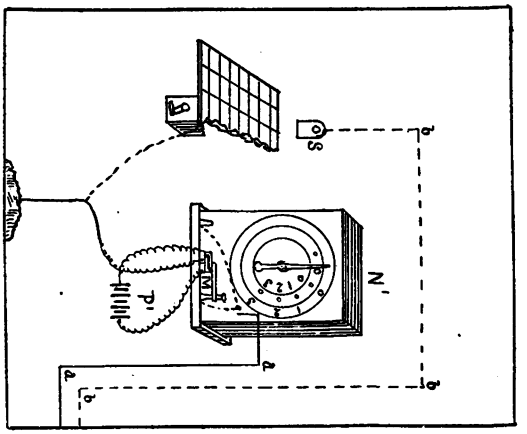


Fig. 263.

C an der entfernten automatischen Zweigstelle anzeigt; oder auch durch eine automatische Vorrichtung (Fig. 263), die mit einem Morse-Taster M und mit einem Uhrwerk versehen ist, das auf eine feste Nadel wirkt. Letztere wird mittelst eines Stifts in den geeigneten Stellungen auf einem Zifferblatt festgehalten, dessen Eintheilung derjenigen der Scheiben AA' entspricht. Die Bewegungen des Uhrwerks

Digitized by Google

und damit auch die Stromimpulse von der Batterie P, und folglich auch die Bewegungen der Nadeln am automatischen Umschalter werden durch das Einsetzen oder Herausziehen des Stiftes am Zifferblatt controlirt.

Die in der Fig. 261 dargestellten Abonnenten-Sprechstellen unterscheiden sich von den gewöhnlichen Sprechstellen (irgend eines Systems, selbst mit Magneto-Aufruf) nur durch die Zugabe eines doppelcontactigen Umschalters m', m'', m''', dessen Function aus der Figur ersichtlich ist. An den Sprechstellen Nr. 1 und Nr. 3 schliessen die Umschalter m' und m''' den Stromkreis durch die Rückleitung, ohne zur Erde zu gehen; während in Nr. 2 der Stromlauf zur Erde führt.

Ausser den Contacten 1, 2, 3 ... befinden sich noch 3 andere Contacte +, 0, 0, auf der Scheibe A. Der erstere, gegen welchen die Nadel C im Ruhezustand anliegt, ist mit der Erde verbunden und nur halb so lang als die Contacte 1, 2, 3 ... Die beiden anderen, mit 0, 0 bezeichneten Contacte, sind auf beiden Seiten des Contacts + angebracht, sind ebenfalls halb so lang als 1, 2, 3 ... und so gelegen, dass sie mit B, jedoch nicht mit C zusammentreffen können. Beide sind mit einem ähnlichen Contacte auf der Scheibe A' verbunden, während der Contact + keinen entsprechenden Punkt daselbst vorfindet.

175. Angenommen ein Abonnent (Nr. 2 z. B.) wolle die Centralstelle aufrufen. Er dreht den Handgriff seines Umschalters m'' nach links (wie dieses in der Figur angegeben ist) und sendet den Aufrufstrom zur Linie. Derselbe geht vom Generator zum Leitungsdraht, über g nach d (Fig. 260) und, da der Contact bei 2 offen ist, über Streifen s und den entsprechenden Punkt des Stabes V V nach der Achse X X. Letztere ist mittelst eines Reibungscontactes F mit einem Drahte b b b in Verbindung, welcher nach dem Wecker der Centralstelle und von dort zur Erde geht.

Nachdem der Beamte den Namen oder die Nummer des rufenden Abonnenten erfahren, bringt er die Nadel B auf Contact 2 der Scheibe A. Zu gleicher Zeit hat sich die Nadel B' nach Contact 2' auf der Scheibe A' bewegt und die Punkte des Stabes V V sind nun nicht mehr mit den biegsamen Streifen r, s, t im Contact. Von diesem Augenblick ist die ausschliessliche Verbindung der Centralstelle mit dem Abonnenten Nr. 2 hergestellt.

Nehmen wir an der Abonnent Nr. 2 wolle sich mit Nr. 3 (der mit dem gleichen automatischen Umschalter verbunden ist) unterhalten. Der Beamte hat die bezügliche Weisung von Nr. 2 empfangen; er bringt die Nadeln B und B' auf die Contacte 3 und 3' der Scheiben

Digitized by Google

A und A′ und entsendet einen Aufrufstrom über Leitung b b b. Derselbe fliesst von der Leitung über den Reibungscontact F, die Nadel B, Linie 3 z e h nach der Sprechstelle des Abonnenten Nr. 3 und von dort über den Umschalter m‴ und den Rückleitungsdraht q k 3′ nach der Centralstelle zurück. Von dem Punkte 3′, auf den die Nadel B′ gebracht wurde, fliesst der Strom über diese Nadel nach dem Reibungscontact H, der Leitung l l, der Achse Y Y und der Nadel C, die gegen den Contact + anliegt. Da dieser letztere mit der Erde verbunden ist, so ist hiemit der Stromkreis vervollständigt und der über Leitung b b b entsendete Aufrufstrom läutet die Glocke des Abonnenten Nr. 3.

Nachdem derselbe den Aufruf beantwortet hat, wird der Strom der Batterie P′ an der Centralstelle gewechselt und dient nunmehr dazu, die Nadel C zu drehen. Diese wird auf den Contact 2 der Scheibe A gebracht und der Stromlauf geht nun über Nadel C und Leitung 2 y d g durch den Umschalter m′ zur Erde, nachdem er das Instrument des Abonnenten Nr. 2 durchlaufen hat. Nachdem das Endsignal gegeben ist, bringt der Beamte an der Centralstelle die verschiedenen Theile des Apparates in ihre ursprüngliche Lage zurück. Es bleibt uns nur noch übrig, den Zweck der Contacte 0 0 und 0′ 0′ auf den Scheiben A und A′ zu erklären. Dieselben dienen dazu, die Stellung der Nadeln B, B′ und C aus der Entfernung zu controliren. Es entstehen nämlich, wie man sich aus der Figur überzeugen wird, durch die Bewegung der Nadeln über diesen Contactpunkten abwechselnde Oeffnungen und Schliessungen des Stromkreises in der Leitung b b b; und wenn man desshalb eine Batterie und ein Galvanometer in die Leitung einschaltet, so kann man die Stellung der Nadeln von einem entfernten Punkte aus controliren.

System für eine einfache Leitung.

176. Die Anordnung im Falle eines einfachen Leitungsdrahts unterscheidet sich von dem letztbeschriebenen System dadurch, dass blos eine Scheibe A (Fig. 264) mit den Contacten 1, 2, 3 ... vorhanden ist. Letztere sind wie oben mit den Abonnentenleitungen verbunden und kommen gegen die Nadeln B und C zu liegen. Die Hülfscontacte 0, 0 sind direct mit der Erde verbunden, jedoch der Contact bei + ist aufgehoben. In allen übrigen Beziehungen, mit Ausnahme eines Umstandes, den wir weiter unten berühren werden, ist die Anordnung dieselbe, wie sie für die Doppelleitung besteht. Fig. 265 ist eine schematische Darstellung der Schaltung. Im Ruhezustand bilden die Abonnentenleitungen ohne Ausnahme Nebenleitungen der Linie b b b,

Digitized by Google

da sie mit dem Stabe V V und der Achse X X verbunden sind. Hieraus ergibt sich, dass keine der Abonnentenstellen 1, 2, 3 die Centralstelle aufrufen könnte, da die Linie b b b, welche die letztere mit der automatischen Zweigstelle verbindet, in der Praxis länger ist

Fig. 264.

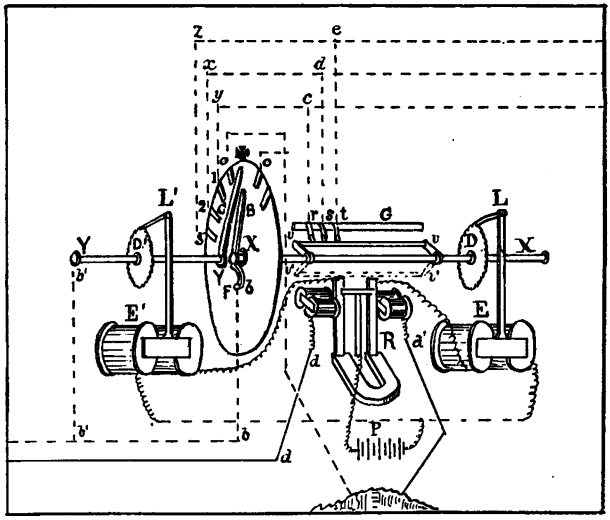
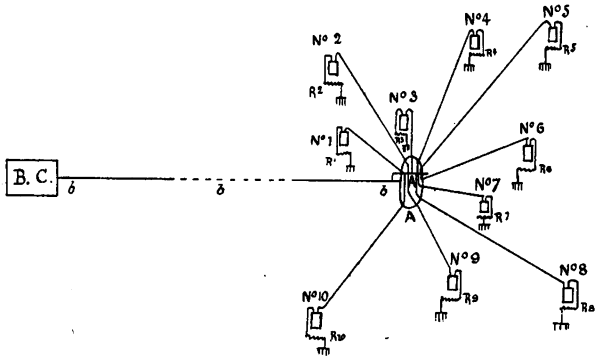


Fig. 265.



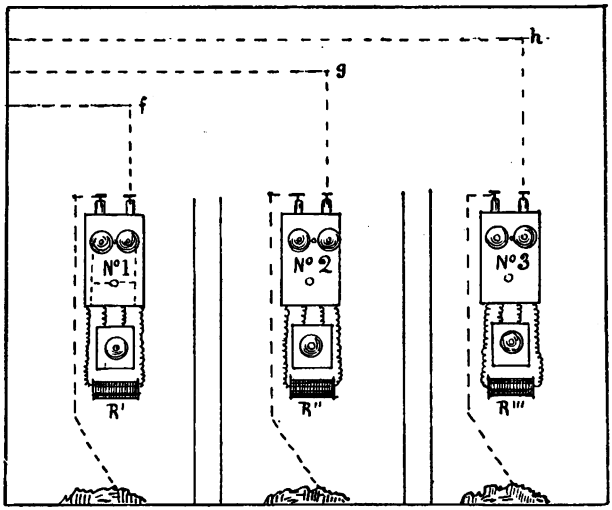
und desshalb einen höheren elektrischen Widerstand besitzt, als die Linien A 1, A 2, A 3 etc.

Es war desshalb nöthig, Hülfswiderstände R', R'', R''' ... in die Abonnentenlinien einzuschalten. Diese Widerstände (Fig. 266) sind so angeordnet, dass ein an der Abonnentenstelle, z. B. Nr. 3, erzeugter

Digitized by Google

Strom, der über Linie 3 A zum gemeinschaftlichen Knotenpunkt (automatische Zweigstelle) geht, daselbst in den Hülfslinien A 1, A 2, A 3, einem so hohen Widerstande begegnet, dass nur ein sehr kleiner Theil des Stromes nach irgend einer dieser Linien gelangt. Die Linie b b b dagegen, welche in diesem Systeme einen verhältnissmässig viel niederern Widerstand besitzt, ermöglicht den Durchgang eines Stromes, der stark genug ist, den Wecker der Centralstelle zum Anläuten zu bringen. Die Widerstände sind so angeordnet, dass dieselben, wenn der Abonnent den Aufrufstrom entsendet, durch Drücken eines Knopfes kurzgeschlossen werden können, und ferner werden die Fernsprecher durch das Abnehmen vom Haken ausgeschaltet.

Fig. 266.



177. Der Verkehr gestaltet sich demnach in folgender Weise (Figuren 263, 264 und 266):

Der Abonnent Nr. 2 z. B. ruft die Centralstelle indem er seinen Widerstand kurzschliesst. Der Stromlauf geht über g d s, Stab V, V, Achse X X, Reibungscontact F, Linie b b b und Wecker S an der Centralstelle zur Erde. Der Beamte bringt Nadel B auf Contact 2. der Stab V V verlässt den Contact mit den Streifen r, s, t und der Stromkreis wird durch b b b F B und Linie 2 x d g geschlossen.

Nr. 2 benachrichtigt nun den Beamten der Centralstelle, dass er mit Nr. 3 sprechen wolle, der Beamte bringt hierauf Nadel B auf Contact 3 und entsendet den Aufrufstrom über b' b b F B und

Digitized by Google

Linie 3zeh nach der Abonnentenstelle Nr. 3. Die Nebenleitungen der anderen Linien sind nun ausgeschlossen, der Aufrufstrom ist stark genug den Widerstand R''' zu überwinden und der Aufruf beschränkt sich desshalb einzig und allein auf Abonnenten Nr. 3. Um die Verbindung mit der Sprechstelle Nr. 2 zu vervollständigen, wird, wie beim ersten System, der Strom an der Centralstelle gewechselt, so dass er auf die Achse YY einwirkt und die Nadel C auf Contact 2 bringt. Die Abonnenten Nr. 2 und 3 können sich nun mit einander unterhalten und nach Beendigung des Gespräches das Endsignal an der Centralstelle geben.

Es ist zu bemerken, dass mit keinem der beiden Systeme ein Aufruf an der Centralstelle erfolgen kann, wenn schon ein anderer Abonnent mit letzterer in Verkehr steht. Dies wird dem Abonnenten bei dem ersten System dadurch klar, dass in Beantwortung seines Aufrufs der Centralstelle seine Glocke nicht läutet. In diesem Falle verhält er sich wartend, indem er seinen Umschalter nach links dreht. Entsendet nun der Beamte, nachdem er alle Apparate in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht, einen Strom in die Leitung, so wird dadurch der Wecker des Abonnenten zum Anläuten gebracht und derselbe weiss nun, dass die Linie frei ist.

Bei dem zweiten System kann man das gleiche Resultat dadurch erzielen, dass man jede Abonnentenstelle mit einer Klappe ausrüstet, die beim Fallen den Hülfswiderstand kurzschliesst. Auch in diesem Falle wird ein nach Wiederherstellung des Ruhezustandes von der Centralstelle gesendeter Strom die Klappe zum Fallen bringen.

Schliesslich müssen wir noch bemerken, dass Mons. Bartelous mit einer neueren, vollkommeneren Anordnung beschäftigt ist, welche 3 oder 4 Leitungsdrähte enthält, und mittelst dessen 2 gleichzeitige Verbindungen hergestellt werden können. Die Details dieser Anordnung sind jedoch noch nicht an die Oeffentlichkeit gelangt.

Die Belgische Telephongesellschaft hat Mons. Bartelous' automatischen Umschalter eingeführt. In Brüssel beträgt die Länge der die Zweigstelle mit der Centralstelle verbindenden Leitungsdrähte 7 km mit einem Widerstand von 350 Ohm. 19 Abonnenten sind zusammen gruppirt, und die Hülfswiderstände betragen 2000 Ohm. Bei geringeren Distanzen und niedrigerem Widerstand kann man sogar 25 Abonnenten zusammen gruppiren.

Ericson und Cedergren's automatischer Umschalter.

178. Dieser äusserst sinnreiche Apparat wird von der Schwedischen Telephongesellschaft benutzt und ist in Fig. 267 schematisch dar-

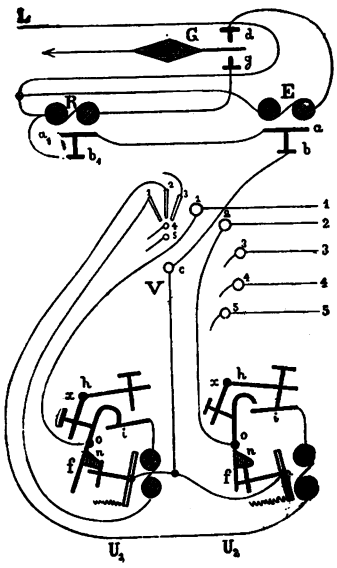
Digitized by Google

gestellt. Derselbe ist für 5 Abonnenten eingerichtet und bedarf, ausser gelegentlicher Reinigung der Contactpunkte, keiner weiteren persönlichen Bedienung.

Der Apparat besteht aus:

1) Einem Zifferblatt V, dessen Mittelpunkt bei c ist. Die Nadel, die sich über das Zifferblatt dreht, ist der Deutlichkeit halber in der Figur nicht angegeben. In einer senkrechten Linie oberhalb c befinden sich 5 Contactpunkte, 1—5, die sämmtlich mit der Nadel im Ruhezustand, und folglich auch mit c, Contact machen. Auf der Peripherie des Zifferblatts befinden sich gleichfalls 5 Contacte, 1—5, die mit den Abonnentenleitungen verbunden sind.

Fig. 267.



2) Einem Elektromagnet E, dessen beide Spulen einen Widerstand von 200 Ohm haben. Wenn der Anker a angezogen wird, so wird der Stromkreis bei b unterbrochen.

3) Einem dem Elektromagnet E in jeder Beziehung ähnlichen Elektromagnet R.

4) Einem Galvanometer G, dessen Windungen nur 25 Ohm Widerstand haben. Die Magnetnadel dieses Galvanometers ist in dauernder Verbindung mit der Erde und macht durch ihre Schwankungen nach rechts und links mit den Punkten d und g Contact.

5) Fünf polarisirten Elektromagneten, von denen jedoch nur zwei, U_1 und U_2, in der Zeichnung angegeben sind; die drei anderen sind weggelassen. Drei Drähte führen zu jedem dieser Elektromagnete; zwei derselben gehen von den Punkten des Zifferblatts aus, welche die gleichen Nummern tragen, und der dritte kommt von der Achse c der Nadel und steht mit allen Elektromagnetankern in Verbindung. Die beiden Spulen eines Elektromagnets haben zusammen einen Widerstand von 1750 Ohm. Die Ruhelage ist durch U_1, die Arbeitslage durch U_2 angezeigt; eine dritte Lage werden wir weiter unten besprechen; f ist ein um o drehbarer Contacthebel.

Digitized by Google

Bei n ist eine isolirte Sperrungsvorrichtung, welche den Anker im Ruhezustand hemmt, vom Hebel f isolirt, und denselben, wenn der Apparat in Gang gesetzt wird, an der Rückkehr in die ursprüngliche Lage hindert. Eine in der Figur nicht angegebene Feder versetzt den Hebel f in die Arbeitslage; h ist ein zweiter, doppelarmiger Hebel, dessen Achse bei x ist. Die Hebel h der sämmtlichen fünf Elektromagnete haben eine gemeinschaftliche Achse, so dass, wenn einer der Hebel h von der Stellung U_1 zu U_2 übergeht, die vier anderen Hebel dieser Bewegung folgen müssen.

179. Die Centralstelle ruft irgend einen der 5 Abonnenten in folgender Weise auf: So z. B. wird der Abonnent Nr. 1 von dem Beamten der Centralstelle gerufen, indem letzterer einen positiven Strom zur Linie sendet. Dieser Strom tritt über L in den automatischen Umschalter ein, geht über G und $b_1 a_1 a b$ nach dem Mittelpunkt c des Zifferblatts und von da nach der Nadel, die gegen die 5 Contacte, 1—5, anliegt. Von diesem Punkte zweigt sich der Strom über die 5 polarisirten Elektromagnete nach den Abonnenten ab, wo er zur Erde geht. Da der Strom positiv ist, so können weder die Anker der Elektromagnete U (bezw. U_1) angezogen werden, noch können die Wecker der Abonnenten zum Anläuten kommen, da dieselben nur durch Ströme entgegengesetzter Richtung, wie solche z. B. von den Magnetos erzeugt werden, in Thätigkeit versetzt werden — der positive Strom wirkt demnach auf seinem ganzen Wege nur auf die Nadel des Galvanometers G ein. Dieselbe ist sehr schwer, sie besteht aus drei starken Stäben von Magnetstahl und wird in ihrer neutralen Lage durch einen starken Führungsmagnet gehalten und durch einen gegen einen Metallstreifen reibenden Pinsel von Dachshaar. Ihre Bewegung ist desshalb verhältnissmässig langsam, und bei der Rückkehr in die Ruhelage wird sie kaum über dieselbe hinaus abgelenkt, da sie sachte von dem Pinsel angehalten wird. Ausserdem bleibt sie, nachdem sie die Anhaltepunkte d und g erreicht hat, ungefähr eine Secunde lang mit denselben in Contact. Der positive Strom lenkt die Nadel nach d ab, und durch diesen Contact bietet sich dem Strom ein neuer Weg von bedeutend geringerem Widerstand über den Elektromagnet E zur Erde. Der Anker a, welcher mit einem Zahnrad der Nadel des Zifferblatts V verbunden ist, wird angezogen, die Nadel macht hiedurch einen Schritt vorwärts und kommt gegen Punkt 1 zu liegen, der mit dem ersten Abonnenten in Verbindung steht. Jetzt geht der Stromlauf von der Centralstelle zum ersten Abonnenten über L, b_1, a_1, a, b, c und die Nadel des Zifferblatts, während keiner der Elektromagnete sich mehr im Stromkreis befindet. Die Centralstelle

Digitized by Google

und der Abonnent Nr. 1 können sich mittelst ihrer Magnetos gegenseitig aufrufen, ohne irgend welche Störung hervorzubringen, denn das Galvanometer wird durch diese entgegengesetzten Ströme nicht beeinflusst. Die 4 anderen Abonnenten sind ausgeschlossen und können die Unterhaltung weder stören, noch mit anhören.

Wenn die Centralstelle anstatt des ersten Abonnenten einen anderen, z. B. Nr. 4, aufrufen will, so sendet der Beamte 4 positive Ströme zur Linie, und die Nadel begibt sich nach Punkt 4, der mit dem Abonnenten derselben Nummer verbunden ist.

Nach Empfang des Schlusssignals sendet die Centralstation einen negativen Strom von etwa 2—4 Secunden Dauer zur Linie. Die Nadel G wird nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt und legt sich gegen g, so dass der Strom über den Elektromagnet R zur Erde fliesst. In dem Augenblick, da der Anker a_1 dieses Elektromagnets das Widerlager b_1 verlässt, wird die zum Abonnenten führende Leitung unterbrochen, und der ganze Strom fliesst nach R. Durch die Anziehung des Ankers a_1 wird das Zahnrad der Nadel V losgelassen, und letztere wird auf Null zurückgebracht, und zwar unter dem Einfluss einer Spiralfeder, die durch den Fortschritt der Nadel aufgezogen wurde. Beim Aufruf des Abonnenten durch die Centralstelle spielen die polarisirten Elektromagneten U keine Rolle; ihre Functionen beschränken sich auf den Anruf der Centralstelle durch die Abonnenten.

180. Angenommen der Abonnent Nr. 1 wolle die Centralstelle anrufen. Er läutet bei derselben an, als ob er der einzige Abonnent auf der Linie wäre. Die Wechselströme gehen über 1 nach dem Hebel f von U_1, die Feder i, die Spulen des Electromagnets und über die gesammten Contacte 1—5 und C b a a_1 b_1 nach der Centralstelle. Zwar finden diese Ströme an den Contactpunkten 1—5 vier andere Wege zu den Abonnenten 2—4, allein nur während eines ausserordentlich kurzen Augenblicks, da der Anker des Elektromagnets U_1 sofort in die durch U_2 angegebene Stellung gebracht und in dieser Stellung durch die Hemmungsvorrichtung n zurückgehalten wird. Die gesammten Schaltungen werden hiedurch verändert. Der Anker macht mit dem Hebel f Contact, der Contact des letzteren mit der Feder i wird aufgehoben; der Hebel selbst wird durch seine Feder zurückgezogen und stösst dadurch den Hebel h ab, der die Feder i herabzieht. Die gesammten Hebel h jedoch haben eine gemeinsame Wirkung und so werden auch die übrigen entsprechenden Federn i niedergedrückt, alle anderen Elektromagnete werden hiedurch ausgeschaltet und der Strom des Abonnenten Nr. 1, der über f nach

Digitized by Google

dem Anker und von dort direct zur Nadel V geht, findet keinen anderen Weg als den nach der Centralstelle, wo sich ein Elektromagnet befindet. Die Nadel G bewegt sich nicht, und die Verbindung zwischen dem Abonnenten und der Centralstelle wird hergestellt, ohne dass die Nadel V ihre Ruhelage verlassen hätte. Wenn das Gespräch beendet ist, so entsendet die Centralstelle einen negativen Strom zur Linie, welcher den Elektromagnet R in Thätigkeit setzt. Der Anker a_1 wird zwar angezogen, braucht jedoch die Nadel V nicht auf Null zurückzubringen, sondern nur die Hebel h von der Lage U_2 in die Ruhelage U_1 zurückzuversetzen, worauf der Anker von U unter dem Einfluss der Feder wieder zu seiner ursprünglichen Lage zurückkehrt. Wenn ein Abonnent mit einem anderen zu demselben automatischen Umschalter gehörigen Abonnenten sprechen will, z. B. Nr. 3 mit Nr. 5, so sendet die durch Nr. 3 angerufene Centralstelle 5 positive Ströme zur Linie, bringt dadurch die Nadel V auf 5 und verbindet auf diese Art die beiden Abonnenten mit einander und mit der Centralstelle. Um nach Beendigung des Gesprächs den Apparat in den Ruhezustand zurückzubringen, entsendet die Centralstelle einen negativen Strom und dann versieht der Anker des Elektromagnets R einen doppelten Zweck: erstens bringt er die Nadel V auf Null zurück und zweitens versetzt er die Hebel h in die durch U_1 angezeigte Ruhestellung. Sollen weniger als 5 Abonnenten mit der Centralstelle verbunden werden, so werden die nicht benutzten Leitungen durch einen Hülfswiderstand von 110 Ohm, mit der Erde verbunden.

Oesterreich's automatischer Umschaltapparat.

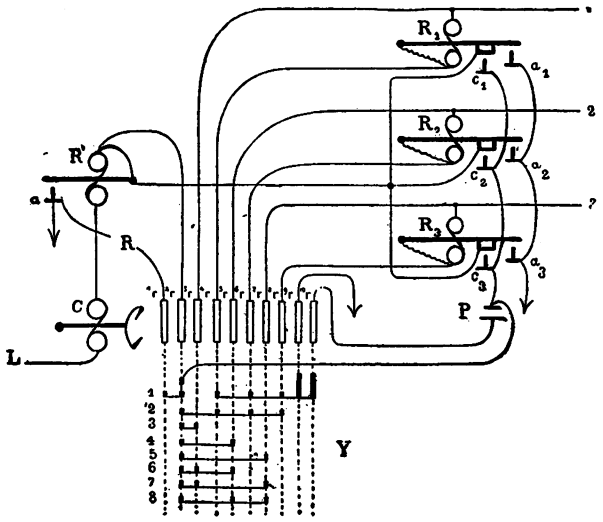
181. Der in der Fig. 268 schematisch dargestellte Apparat besteht aus einem polarisirten Relais R^1 und aus ebenso vielen gewöhnlichen Relais $R_1 R_2 R_3$, als Abonnenten mit der automatischen Stelle verbunden sind. Unsere Figur zeigt eine derartige Einrichtung für 3 Abonnenten, deren Leitungen mit den Zahlen 1, 2 und 3 bezeichnet sind. Eine Batterie P und ein Rheostat R vervollständigen die Einrichtung. Die Pfeile bedeuten Verbindungen mit der Erde. Die Umschaltungsvorrichtung selbst ist nicht in unserer Skizze angegeben; man wird indessen deren Funktion leicht aus Nachstehendem verstehen. Dieselbe besteht aus einem um eine horizontale Achse drehbaren, aus Isolationsmaterial bestehenden Cylinder. Auf demselben sind 8 Reihen Contactstücke angebracht, die bei Y mit ihren entsprechenden Contactfedern r^1—r^{10} in Projection angegeben sind. Der Cylinder wird von der Centralstelle durch Stromimpulse in Drehung versetzt. Die Ströme durchlaufen nämlich einen Elektromagnet C, dessen Anker in einer

Digitized by Google

Hemmungsvorrichtung endet; bei jeder Stromschliessung und folglicher Anziehung des Ankers wird der Cylinder um einen Zahn vorwärts bewegt. Anstatt die Drehung des Cylinders elektrisch zu bewirken, kann man dieselbe Wirkung auch mittelst eines Gewichtes erzielen; in diesem Falle wird das Hemmungsrad durch jeden Stromimpuls einfach um einen Zahn ausgelöst, und das Gewicht legt sich, wenn es abgelaufen ist, gegen einen Contact, der den Stromkreis einer Signalglocke schliesst. Die Glocke fährt fort zu läuten, bis das Gewicht aufgezogen wird.

Der Cylinder kann 8 verschiedene Lagen, den 8 Contactreihen

Fig. 268.



(1—8) entsprechend, annehmen. Ist die Lage des Cylinders derartig, dass die Contactstücke der Reihe 1 die Federn berühren, so wird leitende Verbindung zwischen den Federn r^1 und r^2 und zwischen r^4, r^6, r^8 und r^{10} hergestellt. Bewegt sich nun der Cylinder in Folge eines von dem Elektromagnet C kommenden Stromes um einen Zahn vorwärts, so legt sich die Reihe 2 der Contacte gegen die 10 Federn r und man erhält leitende Verbindung zwischen den Federn r^2, r^4, r^6 und r^8. Und so kann man für jede der 8 Lagen des Cylinders die entsprechenden elektrischen Verbindungen leicht bestimmen.

182. Der Umschalter befindet sich im Ruhezustand, wenn die Contacte der Reihe 1 gegen die Federn anliegen. Jeder der drei Abon-

Digitized by Google

nenten kann dann die Centralstelle anrufen, ohne die anderen zu stören. Angenommen der Anruf gehe vom Abonnenten 2 aus, so ist folgendes der Stromlauf: Von 2 ausgehend durchläuft er das Relais R_2, da in der Richtung von Feder r^5 Stromunterbrechung stattfindet, und geht dann über die Federn r^6 und r^9 zur Erde. Allein nur für einen äusserst kurzen Augenblick fliesst der Strom über r^6 und r^9, denn der Anker des Relais R_2 legt sich gegen den Contact a_2 an und eröffnet dadurch dem Strome einen kürzeren Weg nach der Erde. Gleichzeitig wird durch den Anker des Relais ein zweiter Contact hergestellt; ein isolirtes, am Anker befestigtes Stück legt sich gegen c_2 an, und ein Strom von der Batterie P fliesst nun durch c_2, R^1, C und Leitung L nach der Centralstelle und von dort durch die Erde zurück nach der Batterie P. Dieser Strom hat nicht die geeignete Richtung, um auf den Anker des polarisirten Relais R' einzuwirken, noch ist derselbe stark genug, um das Relais C in Thätigkeit zu setzen; es wird demnach weiter nichts damit bezweckt, als die Centralstelle aufzurufen. Von letzterer aus wird ein Strom entsendet, stark genug, den Cylinder um einen Zahn vorwärts zu rücken und so denselben in die Lage II zu versetzen. Der durch die Leitung L eintretende Strom fliesst durch C, R^1, r^2, r^1 und Rheostat R zur Erde; der Anker des polarisirten Relais R^1 legt sich gegen Contact a und eröffnet dadurch dem Strom einen kürzeren Weg zur Erde. Hat nun der Cylinder die Lage II eingenommen, so kann der rufende Abonnent mit der Centralstelle sprechen.

Bei dieser Lage II können sich die anderen Abonnenten am Gespräch betheiligen; dieselben können auch die Centralstelle aufrufen, da dies bei den im Gespräch begriffenen Abonnenten einen kurzen, aber bestimmten Schlag hervorbringt und dieselben dadurch benachrichtigt, dass ein anderer Abonnent mit der Centralstelle in Verkehr treten will. Will ein mit der automatischen Stelle verbundener Abonnent durch die Centralstelle mit dem Abonnenten einer anderen Leitung in Verbindung treten, so versetzt man den Cylinder in die Lage III, im Falle der Abonnent 1 gerufen hat; geht der Aufruf vom Abonnenten 2 aus, so erhält der Cylinder die Lage IV, und die Lage V entspricht dem Aufruf des Abonnenten 3. Für Aufrufe von Abonnenten derselben Leitung hat man die Lagen VI, VII und VIII. Durch die Lage VI wird der Abonnent 1 mit dem Abonnenten 2, durch VII der Abonnent 1 mit 3, und durch VIII der Abonnent 2 mit 3 verbunden. Der Stromlauf für jeden einzelnen Fall lässt sich leicht verfolgen; so z. B. in der Lage VI, welche den Abonnenten 1 mit 2 verbindet, geht der von 1 kommende Strom, mit Umgehung des Relais R_1, über

Digitized by Google

die Feder r^3 zu den Federn r^2 und r^5; über die Feder r^5 gelangt der Strom zum Abonnenten 2 und über die Feder r^2 zur Centralstelle, die auf diese Weise das Endsignal empfangen kann.

Nach Beendigung des Gespräches bringt der Beamte der Centralstation den Cylinder in seine ursprüngliche Lage zurück. Um den Beamten in Stand zu setzen, sich dieses Zweckes zu versichern, ist zwischen den Contactreihen 1—8 ein Contact angebracht, welcher der Feder r^2 entspricht und mit einem Pole der Batterie P in Verbindung steht, und ausserdem sind die beiden letzten Contacte der Reihe 1 gegen die Reihe 8 hin verlängert. Wenn der Cylinder von der Lage VIII in die Lage I übergeht, so schleift die Feder r^2 einen Augenblick über den mit einem Pole der Batterie P verbundenen Contact, während der andere Pol durch die Federn r^9 und r^{10} an der Erde liegt; ein Strom von nur augenblicklicher Dauer gelangt demnach zur Centralstelle und zeigt daselbst auf einem Galvanometer an, dass der Cylinder in seine Ruhelage zurückgekehrt ist. Will der Beamte der Centralstelle einen Abonnenten aufrufen, so hat er blos den Cylinder der automatischen Stelle in die gewünschte Lage zu versetzen, so z. B. muss im Falle eines Aufrufs durch den Abonnenten 3 die Reihe 5 der Contacte Y gegen die Federn r anliegen.

Dritte Klasse.

Die zur zweiten Klasse gehörigen automatischen Umschaltungsvorrichtungen leiden alle an dem gemeinsamen Uebelstand, dass sie sich nur auf eine beschränkte Anzahl nahe bei einander wohnender Abonnenten anwenden lassen. Construirt man dieselben für eine grössere Zahl von Abonnenten, so werden sie äusserst complicirt und kostspielig, gerathen leicht in Unordnung, so dass die Vortheile des Systems, die darin bestehen, dass man einen Beamten erspart, dadurch aufgehoben werden.

In vielen Fällen ist es deshalb räthlich, die Abonnenten mittelst eines Drahtes hintereinander, nach der Weise der Telegraphenstationen, einzuschalten.

Verschiedene Lösungen dieser Aufgabe sind zum Vorschlag gekommen.

183. Herr Elsässer[1]) hat den Wittwer- und Wetzer'schen Rufapparat für Telegraphenstationen[2]) derart modifizirt, dass er sich auf hintereinander geschaltete Fernsprechstellen anwenden lässt. Zu

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. IV, p. 165.

[2]) Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre, Bd. III, p. 439.

Digitized by Google

diesem Zwecke wird der ursprüngliche Apparat mit einer Contactvorrichtung ausgerüstet und jede Abonnentenstelle mit einem polarisirten Relais versehen. Die Centralstelle hält den Gang eines Uhrwerks beim Abonnenten bei einer gewissen Stellung der Nadel an und schliesst dadurch den Localstromkreis einer Batterie und eines Weckers bei irgend einem Abonnenten, ohne die anderen in dieselbe Leitung eingeschalteten Abonnenten zu stören. Der gerufene Abonnent unterbricht diesen Localstromkreis, indem er seinen Fernsprecher vom Haken abnimmt. Die anderen Abonnenten werden durch einen von der Centralstelle ausgehenden negativen Strom aus der Leitung ausgeschaltet, indem sich durch die Anker der polarisirten Relais und den Hülfscontact ein directer Weg durch die übrigen Fernsprechstellen darbietet.

184. Herr Professor Zetsche [1]) hat diese Anordnung noch etwas weiter modificirt und hat ausserdem noch zwei andere Lösungen vorgeschlagen [2]), die von Interesse sind. Nach dem ersten dieser Systeme ist jede Abonnentenstelle, ausser den Fernsprechapparaten, mit zwei polarisirten Relais, einem Wecker mit Localbatterie, einem Aufruftaster, einer Rufbatterie und einem Rheostat ausgerüstet. Die Centralstelle muss nach Wunsch Ströme von so vielen verschiedenen Stromstärken aussenden können, als Sprechstellen in die Leitung eingeschaltet sind. Der Strom von einfacher Stärke wirkt nur auf das erste Relais der ersten Sprechstelle ein, der Strom von doppelter Stärke auf das zweite Relais der ersten und das erste Relais der zweiten Sprechstelle, und so weiter, so dass für die Sprechstelle n ein Strom n-mal so stark als für die erste nöthig ist, und dass dieser Strom das erste Relais der Sprechstelle n und alle die Relais der vorhergehenden Stellen in Thätigkeit setzt. Die Anziehung des Ankers des ersten Relais einer Sprechstelle unterbricht die Leitung nach den folgenden Stellen und schliesst den Localstromkreis des Weckers, welcher fortfährt zu läuten, bis das Telephon vom Haken genommen wird. Die Anziehung der Anker des ersten und zweiten Relais eröffnet einen Weg durch die Sprechstelle und schaltet zugleich die Telephonapparate derselben aus; auf diese Weise werden die nicht gerufenen Stellen während der Unterhaltung der gerufenen Stelle aus der Leitung ausgeschaltet. Nach Beendigung des Gesprächs entsendet die Centralstelle einen Strom von der Stärke n und von entgegengesetzter Richtung, der alle Anker wieder in die Ruhelage zurück-

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. IV, p. 168.
[2]) Ibidem, Bd. IV, p. 257.

Digitized by Google

bringt. Wenn einer der Abonnenten die Centralstelle anrufen will, braucht er nur seinen Taster niederzudrücken; ein Strom, der die Relais nicht beeinflusst, und desshalb die übrigen Abonnenten nicht stören kann, bringt dann die Klappe an der Centralstelle zum Fallen.

Die zweite Anordnung erfordert nur ein polarisirtes Relais für jeden Abonnenten. Die sämmtlichen Elektromagnete und Wecker der Abonnenten sind im Ruhestand in die Leitung eingeschaltet; wenn daher die Centralstelle ruft (durch Ströme, welche die Anker der Relais nicht beeinflussen), so werden alle Wecker auf einmal zum Läuten gebracht, und es ist wie bei der Telegraphie ein specielles Signal für jeden Abonnenten erforderlich. Der gerufene Abonnent schaltet durch die Abnahme seines Fernsprechers vom Haken alle übrigen in weiterer Entfernung gelegenen Abonnenten aus der Leitung aus. Es liegt nun der Centralstelle ob, alle zwischen ihr und dem gerufenen Abonnenten gelegenen Sprechstellen gleichfalls aus der Leitung auszuschalten, und dies geschieht durch einen Strom, der die Anker der polarisirten Relais beeinflusst. Nach Beendigung des Gespräches muss man natürlicherweise die Anker in ihre ursprüngliche Lage zurückbringen.

185. Hartmann und Braun in Bockenheim haben einen Apparat zur Einschaltung von 4—10 Sprechstellen in eine Linie construirt, der seine Zwecke in befriedigender Weise zu erfüllen scheint. Derselbe lässt sich in Verbindung mit den verschiedenen Telephonsystemen, entweder mit Batterie- oder mit Magneto-Aufruf benutzen und hat äusserlich die Form eines Telephonkastens mit Magnetinductor. An der Vorderseite ist unten der Mikrophonschalltrichter angebracht und oberhalb desselben befindet sich links ein Umschalter mit den Aufschriften: „Sprechen", „Abstellen", „Einstellen", „Anrufen" und rechts ein Zifferblatt mit Zeiger und eben so viel Zahlen als Abonnenten in die Linie eingeschaltet sind. Zwei Hörtelephone, die Kurbel des Magnetinductors, der Wecker, der Druckknopf zum Aufruf und drei Klemmschrauben vervollständigen die äussere Ausstattung.

Der wichtigste Theil der Einrichtung im Inneren des Kastens ist eine mit dem Zeiger des Zifferblattes verbundene Achse, die in Fig. 269 dargestellt ist. C ist das äussere Zifferblatt, dessen Zeiger ausser 0 (Ruhestellung) 5 verschiedene, den 5 Abonnenten entsprechende Stellungen einnehmen kann. Hinter dem Cylinder a befindet sich ein zweiter Cylinder c, der sich mittelst des Hebels d frei auf der Achse hin- und herbewegen lässt. Letztere hat bei e einen Ansatz, der genau in den Ausschnitt des Cylinders c hineinpasst. Weiter nach hinten steht ein Zahnrad r mit Hemmungsvorrichtung t und schliesslich eine

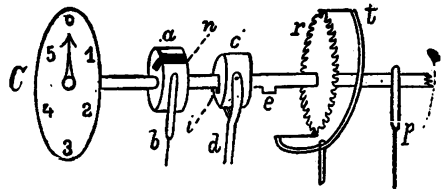
Digitized by Google

auf der Achse schleifende federnde Platte p. Auf der Oberfläche des Cylinders a ist ein Sektor von isolirendem Material n befestigt, der an jeder der fünf Abonnentenstellen an einem verschiedenen Theile der Cylinderoberfläche angebracht ist. An der Sprechstelle 1, z. B., legt sich der Sektor gegen die Feder b an, wenn der Zeiger über der Zahl 1 des Zifferblattes steht; an der Sprechstelle 2 tritt dieser Fall ein, wenn der Zeiger über 2 steht u. s. w.

Wenn alle Zeiger auf 0 stehen, so geht der Stromlauf an jeder Sprechstelle über die Feder b, den Cylinder a, die Achse, die Feder p und einen polarisirten Elektromagnet, dessen Anker mit der Hemmvorrichtung t verbunden ist; es sind demnach an den verschiedenen Sprechstellen einzig und allein die genannten Elektromagnete eingeschaltet.

Werden nun in irgend einer Weise Wechselströme in die Leitung entsendet, so wirken diese Ströme auf die Anker der Elektromagnete

Fig. 269.



ein, die Hemmvorrichtungen t werden in Thätigkeit gesetzt, das Hemmungsrad r dreht sich und mit demselben die Achse und der Zeiger des Zifferblattes; auf diese Art bewegt sich der Zeiger nach und nach über die verschiedenen Zahlen des Zifferblattes.

Jede Sprechstelle hat, wie schon oben bemerkt, einen Magnetinductor; derselbe ist jedoch nicht in den Stromkreis eingeschaltet.

186. Will ein Abonnent einen anderen Abonnenten oder die Centralstelle aufrufen, so stellt er den linksseitigen Umschalter auf „Einstellen"; hiedurch wird der Hebel d nach rechts gedrückt, und der Cylinder c geht über den Ansatz e hinweg, der sich nun auf der linken Seite des Cylinders c befindet, und die Achse ist nun wiederum frei. Der Abonnent dreht nun die Kurbel seines Magnetinductors und setzt dadurch die Zeiger aller Abonnenten, seinen eigenen mit einbegriffen, in Bewegung. Angenommen, er wolle den Abonnenten 4 aufrufen, so dreht er die Kurbel, bis der Zeiger auf der Zahl 4 angelangt ist. An der Sprechstelle 4 liegt nun der isolirte Sector n des Cylinders a gegen die Feder b an und der Strom kann somit nicht mehr

Digitized by Google

durch die Achse fliessen und geht nach dem Elektromagnet des Weckers. Darauf stellt der rufende Abonnent den linksseitigen Umschalter auf „Anrufen", und entsendet dadurch, anstatt der Wechselströme des Magnetinductors, directe Ströme in die Linie, welche die polarisirten Relais nicht mehr beeinflussen, sondern den Wecker des Abonnenten 4 zum Läuten bringen. Die beiden Abonnenten nehmen nun ihre Telephone vom Haken und schalten dadurch ihre Sprechvorrichtung, anstatt des Weckers, ein. Die anderen Abonnenten können das Gespräch nicht mit anhören, da ihre Telephone nicht eingeschaltet sind und da der Cylinder c nicht über den Ansatz e hinweggehen kann.

Nach Beendigung des Gesprächs wird der Zeiger auf 0 zurückgebracht und der Cylinder c in seine Ruhelage zurückversetzt. Das Verfahren an der Centralstelle ist das gleiche wie an jeder Sprechstelle. Sollte der Abonnent vergessen, seinen Zeiger auf 0 zurückzubringen, so kann dies von der Centralstelle aus besorgt werden.

Die folgenden Anweisungen werden von Hartmann und Braun über die Handhabung des Apparates gegeben:

Sprechstelle II will mit Sprechstelle V correspondiren. Sämmtliche Zeiger stehen auf 0 (Ruhestellung).

1) II stellt den linksseitigen Umschalter auf „Einstellen" und bringt durch 5 Umdrehungen der Kurbel den Zeiger des rechtsseitigen Zifferblattes auf die Ziffer 5.

2) II stellt den Umschalter auf „Anrufen", gibt alsdann den Anruf durch Druck auf den Knopf und führt den Umschalter auf „Sprechen".

3) Rücksignal abwarten. (Falls von der angerufenen Stelle V kein Rücksignal gegeben wird, so kann II wiederholt Anrufsignal geben.)

4) Sprechen.

5) Nach dem Schlusswort Telephone versorgen; alsdann stellt II den Umschalter auf „Abstellen" und dreht bei der Kurbel so lange, bis der Zeiger auf 0 stehen bleibt.

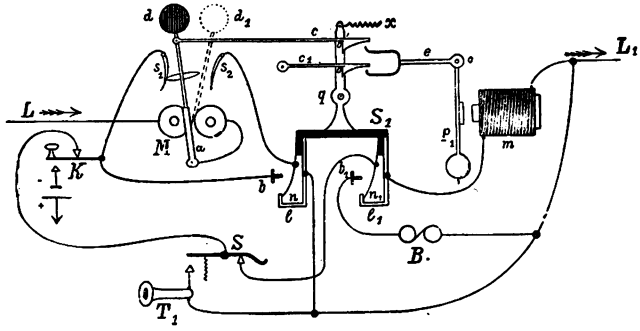
Diese Manipulationen müssen genau eingehalten werden, sind aber so einfach, dass sie nur geringe Uebung und ein wenig Aufmerksamkeit erfordern. Missverständnisse sind aber durch die automatischen Funktionen der einzelnen Theile des Apparates selbst ausgeschlossen.

187. Mr. Johnston Stephen wendet in seinem Apparat das Princip von Pendeln von verschiedener Länge an, welches Bizot seiner Zeit zum individuellen Ruf der Telegraphenstationen vorgeschlagen hat. Wir geben in Fig. 270 eine schematische Darstellung

Digitized by Google

dieses Systemes. Die Abbildung zeigt eine mit einer gewissen Anzahl anderer Fernsprechstellen in eine Leitung eingeschaltete Abonnentenstelle. T_1 ist der Fernsprechapparat, K der Aufruftaster und B der Wecker. M ist ein polarisirter Elektromagnet, dessen Anker zwei Stellungen einnehmen kann. Die eine, die Ruhestellung d, wenn ein positiver Strom die Linie $L L_1$ in der Richtung der Pfeile durchfliesst, und die Stellung d_1, wenn der Strom von entgegengesetzter Richtung ist. S_1 ist ein Hebel, der den Dienst eines doppelten Morsesenders verrichtet; die beiden winkelförmigen Arme l und l_1 sind von einander isolirt, und die beiden isolirten Federn n und n_1 machen mit denselben im Ruhezustand Contact. Die Achse des Hebels S_1 ist bei q, und sein oberer Arm wird durch die Spiralfeder x nach rechts gezogen, während er durch die beiden Haken c

Fig. 270.



und c_1 in verticaler Lage gehalten wird. Das Pendel p_1 ist bei jedem Abonnenten von verschiedener Länge; es schwingt um den Punkt o und nimmt den gabelförmigen Hebel e auf seiner Schwingung mit; m ist ein gewöhnlicher Elektromagnet.

188. Um den Betrieb dieses Apparates verständlich zu machen, beschreiben wir zuerst den Anruf der Centralstelle durch einen Abonnenten und die Verbindung dieses Abonnenten mit einem anderen in dieselbe oder eine andere Leitung eingeschalteten Abonnenten. Sechs verschiedene Perioden lassen sich bei diesen Manipulationen unterscheiden.

I. Periode. Der Abonnent ruft die Centralstelle (dieselbe liegt links von der Fig. 270), indem er den Taster K niederdrückt. Der Strom fliesst über s_1 a und den Elektromagnet M zur Linie, geht zur Centralstelle und dort zur Erde; auf den Abonnentenstellen, die sich zwischen der rufenden und der Centralstelle befinden, durchfliesst

Digitized by Google

der Strom die Elektromagnete m und M, theilt jedoch den Pendeln p_1 nur eine unbedeutende Schwingung mit und kann die Stellung der Anker a nicht beeinflussen, weil er hiezu nicht die geeignete Richtung hat. Die Verbindung der rechts von der Figur gelegenen Sprechstellen mit der Centralstelle ist unterbrochen, so lange der Taster K niedergedrückt ist.

II. Periode. Der Abonnent nimmt seinen Fernsprecher vom Haken und theilt der Centralstelle die Nummer des gewünschten Correspondenten mit. Darauf hängt er seinen Fernsprecher wieder am Haken auf.

III. Periode. Der Beamte an der Centralstelle ruft den gewünschten Theilnehmer. Zu diesem Zweck bedient er sich einer Art von Metronom, dem er nach Belieben die Schwingungsgeschwindigkeit des Pendels irgend eines Abonnenten mittheilen kann. Indem das Metronom seine Schwingungen macht, sendet es positive Ströme zur Linie, die, ohne auf die Anker a einzuwirken, die sämmtlichen Pendel p_1 beeinflussen. Es ist jedoch einzig und allein dasjenige Pendel, dessen Schwingungsgeschwindigkeit mit der der entsendeten Ströme übereinstimmt, welches nach und nach einen genügenden Ausschlag erreicht, um die beiden Haken c und c_1 in die Höhe zu heben, worauf der Hebel S_1 sich mit seinem unteren Theile gegen links neigt. Der intermittirende Strom der Centralstelle fliesst nunmehr nach der das betreffende Pendel enthaltenden Sprechstelle, über M a s_1 K S n_1 b_1 nach dem Wecker B.

IV. Periode. Der gerufene Abonnent nimmt sein Telephon vom Haken und wird vom Beamten benachrichtigt, dass Abonnent Nr. so und so viel ihn zu sprechen wünscht. Darauf hängt er seinen Fernsprecher wieder an den Haken.

V. Periode. Die Centralstelle tritt mit dem rufenden Abonnenten in Verkehr und zwar in gleicher Weise wie mit dem gerufenen Abonnenten in dritter Periode.

VI. Periode. Die Centralstelle entsendet einen negativen Strom zur Leitung (oder zu den Leitungen, wenn die beiden Abonnenten verschiedenen Leitungen angehören). Durch diesen Strom werden alle Anker in die Stellung d_1 gebracht, der Contact mit der Feder s_2 wird hergestellt und bei beiden Abonnenten fasst der Haken c auf's Neue den oberen Arm des doppelarmigen Hebels S_1. In Folge dieser Bewegung wird die Scheibe d sichtbar und zeigt an allen Sprechstellen an, dass die Leitung oder Leitungen besetzt sind. Bei beiden Abonnenten (dem rufenden und gerufenen) fängt der Wecker B zu läuten an, und bei allen übrigen Abonnenten gehen die Ströme

Digitized by Google

über M a s_2 n l; das Telephon T_1 sowohl als der Taster K sind ausgeschaltet und keiner dieser Abonnenten kann daher das Gespräch mit anhören oder unterbrechen. Nach Beendigung des Gesprächs entsendet einer der beiden Abonnenten einen negativen Strom zur Centralstelle, indem er den Taster K niederdrückt und benachrichtigt dadurch die Centralstelle, dass die Verbindung aufgehoben und die Apparate in den Ruhezustand zurückgebracht werden können. Zu diesem Zwecke entsendet die Centralstelle einen positiven Strom, welcher die sämmtlichen Anker a in die durch Fig. 270 angegebene Lage zurückbringt. Bei den Abonnenten, die mit einander in Verkehr gestanden hatten, bringt der Haken c gleichzeitig den Hebel S_1 in seine Ruhelage zurück.

Capitel XXIV.

Telephoniren auf weite Entfernungen.

J. van Rysselberghe's System [1]).

189. Es ist eine bekannte Thatsache, dass der Fernsprechbetrieb namentlich dann auf Schwierigkeiten stösst, wenn für denselben mehrere auf längere Strecken auf derselben Stangenlinie befestigte Leitungsdrähte benutzt werden. Die in einer einfachen Leitung geführten Gespräche können unter solchen Umständen ganz deutlich mittelst eines in einer anderen parallel laufenden Leitung eingeschalteten Fernsprechers verstanden werden. Ebenso hört man in einer Sprechleitung ganz genau die in einer parallel laufenden, an derselben Stangenlinie befestigten Leitung gewechselten Zeichen der M o r s e-Telegraphenschrift. Diese Zeichen treten dabei im Fernsprecher als ein unangenehmes, scharf knatterndes Geräusch, und zwar derart auf, dass eine Verständigung mittelst Fernsprechers kaum möglich, zum mindesten sehr anstrengend ist.

Eine wesentliche Abschwächung dieser störenden Geräusche erreicht man, wenn die den Fernsprecher durchlaufenden Ströme nicht plötzlich auftreten und verschwinden, wie dies bei der gewöhnlichen Apparatordnung der Fall ist, sondern wenn diese Ströme allmälig ihre volle Stärke erreichen und ebenso allmälig abnehmen.

---

[1]) Nach einem Vortrag des Herrn Oberregierungsraths E l s ä s s e r, elektrotechnische Zeitschrift, Bd. VI, p. 186.

Digitized by Google

Am Anfange des Jahres 1882 fasste van Rysselberghe, der elektrische Ingenieur der belgischen Telephon-Verwaltung, den Gedanken, den verzögernden Einfluss einer Elektromagnetrolle zu benutzen, um das plötzliche in den Stromkreis eingeschaltete Auftreten des galvanischen Stromes in seiner vollen Stärke beim Schlusse des Stromkreises, d. h. beim Niederdrücken des Morse-Tasters, zu verhindern. Der verzögernde Effect des Elektromagnets macht sich natürlich in gleicher Weise fühlbar, indem er das plötzliche Verschwinden des Stromes beim Oeffnen des Stromkreises, d. h. beim Loslassen des Morse-Tasters verhindert.

Van Rysselberghe schaltete zunächst zwischen dem Arbeits- (Telegraphir) Contacte des Tasters und dem damit verbundenen Batteriepole eine mit Eisenkern versehene Elektromagnetrolle ein. Dadurch wurde beim Schliessen und Oeffnen des Stromkreises der Ton eines in diesen Stromkreis eingeschalteten Telephons bedeutend abgeschwächt. Diese Abschwächung wird noch bedeutender, wenn man einen zweiten Elektromagnet unmittelbar hinter dem Morsetaster und schliesslich, zwischen dem leitenden Körper des Tasters und dem zur Erde abgeleiteten Pole der Telegraphir-Batterie einen Condensator einschaltet.

Letzterer wird durch das Herabdrücken des Tasters geladen; eine gewisse Menge Elektricität wird zu diesem Zweck im Augenblicke der Schliessung des Stromkreises verbraucht, und der Strom kann erst nach vollendeter Ladung des Condensators seine volle Stärke erreichen. Unterbricht man den Stromkreis, indem man den Taster loslässt, so erfolgt eine Entladung des Condensators; die in der Belegung des Condensators aufgespeicherte Elektricität fliesst zur Leitung, wenn die Verbindung zwischen derselben und der Batterie unterbrochen wird, und so wird das plötzliche Verschwinden des Stromes aus der Leitung verhindert. Die zur Ladung und Entladung erforderlichen Zeitabschnitte sind zwar äusserst klein, dieselben genügen jedoch, im Vereine mit der verzögernden Wirkung des eingeschalteten Elektromagnets, um das scharfe und knisternde Inductionsgeräusch beinahe vollständig, wenn nicht ganz und gar zu beseitigen.

190. Diese Vorrichtung ist in Fig. 271 dargestellt. L ist die Leitung, T der Morse-Taster, M der Telegraphen-Empfangsapparat, J der Elektromagnet, B die Batterie, C der Condensator, E Erde.

Aus Erfahrung hat sich gezeigt, dass sich die besten Resultate mit einem Elektromagnet J von 500 Ohm Widerstand und Condensatoren C von 2 Mikrofarad Capacität ergeben.

Die allmälig anschwellenden und verschwindenden Batterieströme bringen zwar in einer parallel geführten Nachbarleitung inducirte

Digitized by Google

Ströme hervor, allein diese Ströme haben einen ähnlichen Verlauf wie die primären Ströme der ersten Leitung; sie setzen die Membran eines in die Leitung eingeschalteten Telephons in Schwingung, allein die dadurch entstehenden Töne treten nicht mehr als unangenehmes, knatterndes Geräusch auf. Bei geeigneter Anordnung werden die Töne ausserdem so abgeschwächt, dass die telephonische Unterhaltung in keiner Weise gestört wird.

Bei diesen Versuchen kam van Rysselberghe auf den Gedanken, die Telegraphen- und Telephon-Apparate mittelst eines Leitungsdrahtes zu betreiben, und er löste diese Aufgabe in der folgenden Weise:

Wird das Ende einer Leitung mit der einen Belegung des Condensators verbunden und in die Verbindung der zweiten Condensator-

Fig. 271.

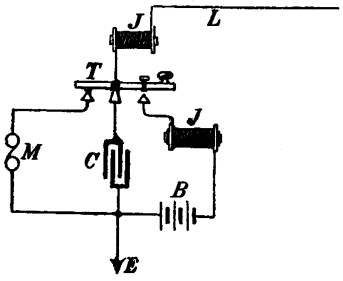
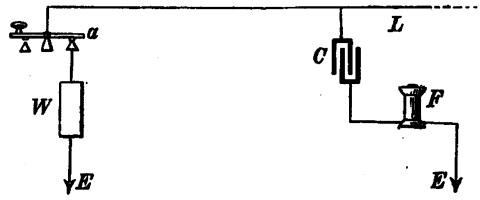


Fig. 272.



belegung mit der Erde ein Telephon eingeschaltet, dann können die an beiden Leitungsenden befindlichen, derart eingerichteten Fernsprechstellen ohne Schwierigkeit mit einander sprechen. Wird von dem Condensator (Fig. 272) die Leitung durch einen Widerstand W hindurch mit der Erde verbunden, so ergibt sich, dass der Fernsprechverkehr durch abwechselndes Unterbrechen und Wiederherstellen des Contactes bei a keineswegs gestört wird. Werden an Stelle der Widerstände W die in Fig. 271 dargestellten, die Abflachung der Stromwellen und damit die Abschwächung der schädlichen Inductionsströme bewirkenden Apparate eines Telegraphenamtes eingeschaltet, dann wird der Telephonverkehr durch die beim Telegraphenbetrieb in die Leitung gelangenden Batterieströme nicht gestört werden. Das Problem der gleichzeitigen Benutzung einer und derselben Leitung zu beiden Zwecken ist dadurch dem Wesen nach gelöst.

191. Die für diesen Betrieb erforderlichen Einrichtungen sind in Fig. 273 angegeben. I und II sind Telegraphenstationen, F_1 und F_2

Digitized by Google

Telephonstationen, f Electromagnete, C Condensatoren, M_1 und M_2 Morse-Empfangsapparate, B Batterie, T_1 und T_2 Taster. Die Fernsprechstellen F_1 und F_2 können selbstverständlich von den Telegraphenämtern I und II räumlich getrennt sein. Die eingeschalteten Trenn-Condensatoren haben eine Capacität von $^1/_2$ Mikrofarad.

Befinden sich an derselben Stangenlinie ausser der mit den obigen Einrichtungen versehenen Leitung noch andere Telegraphenleitungen, dann muss behufs Beseitigung der nachtheiligen Wirkungen der Inductionsströme jede dieser Leitungen und zwar bei allen Telegraphenämtern, in welche dieselben eingeführt sind, auch dann mit den vorgedachten Apparaten ausgerüstet werden, wenn nur die erstgedachte Leitung gleichzeitig zum Telegraphiren und Telephoniren benutzt werden soll. Wird eine zweite Telegraphenleitung in derselben Weise für den gleichzeitigen Fernsprechverkehr eingerichtet, dann wird dieser Verkehr zwar nicht durch den Telegraphenbetrieb gestört, es tritt indessen der Uebelstand ein, dass die in einer der beiden Leitungen mit Hülfe von Telephonapparaten geführten Gespräche in der anderen Telephonleitung mit angehört werden können. Auch diesem Uebelstande hat van Rysselberghe durch verschiedene Anordnungen zu begegnen versucht. Es würde uns zu weit führen, hier sämmtliche von van Rysselberghe angegebenen Schaltungen zu beschreiben. Wir beschränken uns auf die Beschreibung derjenigen Einrichtungen, die zur Zeit mit Erfolg betrieben werden.

192. Die den Fernsprechbetrieb beeinträchtigenden Wirkungen der Induction aus anderen, an denselben Stangen geführten Telephonleitungen können am leichtesten unschädlich gemacht werden, wenn für jede einzelne Telephonverbindung zwei zu einem Stromkreise vereinigte Leitungsdrähte zur Verfügung stehen. Dies bietet bei gleichzeitiger Benutzung der Leitungen zum Telegraphiren und Telephoniren keine Schwierigkeit.

Der Anschluss einer Fernsprechstelle an eine aus zwei Telegraphenleitungen gebildete Telephonverbindung lässt sich in der in Fig. 274 angegebenen Weise bewirken. Hienach steht jede der beiden Leitungen L_1 und L_2 mit je einer Belegung der beiden Condensatoren C in Verbindung, während die anderen Belegungen dieser Condensatoren durch einen Draht verbunden sind, in welchen die Telephonapparate F_1 und F_2 eingeschaltet sind. Die Verständigung zwischen F_1 und F_2 unterliegt keinen Schwierigkeiten. Sind die zu den Leitungen L_1 und L_2 gehörigen Apparatsysteme M M der Telegraphenämter I und II sowohl als die in allen anderen an derselben Stangenlinie befindlichen Leitungen eingeschalteten Apparatsysteme mit den zur Abschwächung

Digitized by Google

der Induction dienenden van Rysselberghe'schen Apparaten versehen, dann wird der Telephonverkehr zwischen F_1 und F_2 durch den Telegraphenbetrieb nicht beeinträchtigt.

Fig. 273.

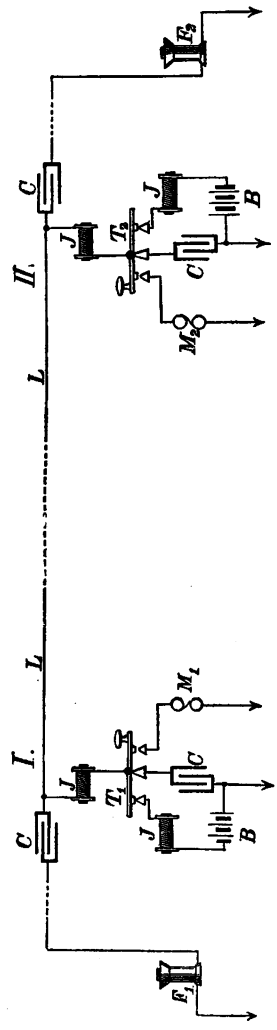
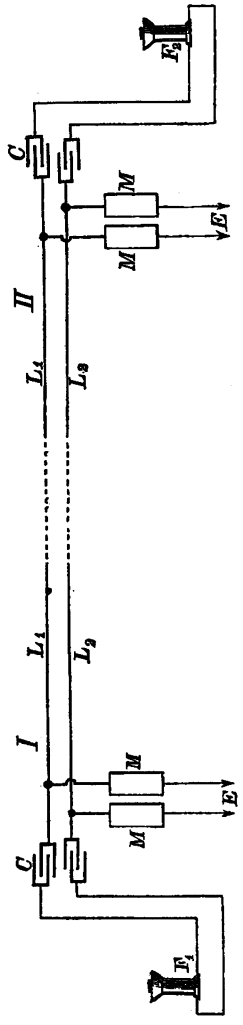


Fig. 274.



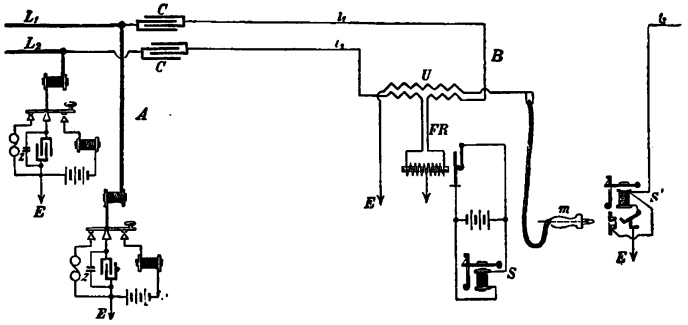
193. Bei dieser Anordnung müssten jedoch die beiderseits in Verbindung zu setzenden Fernsprechstellen mittelst Doppelleitungen an die Vermittlungsämter angeschlossen werden. Zur Vermeidung dieser

Digitized by Google

kostspieligen und die Anlage eines Telephonnetzes sehr erschwerenden Anordnung hat van Rysselberghe eine Uebertragung zwischen einer Doppelleitung und einer einfachen Leitung mit Hülfe von Inductionsrollen eingerichtet. Ausserdem ist die ganze Anordnung noch durch ein Telephonrelais und durch Hinzufügung eines Blitzableiters zum Schutze der Condensatoren vervollständigt worden (Fig. 275).

Das Telephonrelais, welches eine leichtere Uebermittlung der Anruf- bezw. der Schlusszeichen gestattet, besteht aus einem gewöhnlichen Telephonapparat, gegen dessen Membran ein kleiner, am freien Ende eines freien Hebelarmes bezw. einer dünnen Blattfeder befestigter Metallklöppel anliegt. Die letztgenannten, im übrigen von einander isolirten Constructionstheile, Membran bezw. Klöppel, stehen mit den Polen einer Batterie in Verbindung. In den Stromkreis derselben

Fig. 275.



Batterie sind auch die Elektromagnetumwindungen des Signalapparats eingeschaltet. Im Ruhezustand ist die Batterie durch die Membran der Telephonrelais und den damit in Berührung stehenden Klöppel kurz geschlossen, und geht desshalb nur ein sehr geringer Theil des Batteriestromes durch die Umwindungen des Signalapparates S; dieser Theilstrom ist nicht kräftig genug, um den Signalapparat in Thätigkeit zu setzen. Durchlaufen dagegen in schneller Folge kurze und andauernde Ströme die Drahtrolle des Telephonrelais, dann wird die Membran in hastige Schwingungen versetzt, der Contact zwischen Membran nnd Klöppel wird aufgehoben und damit der kurze Schliessungskreis der Batterie unterbrochen. In diesem Augenblicke geht der Batteriestrom in voller Stärke durch den Signalapparat und setzt diesen in Thätigkeit. Durch diese Einrichtung ist der Betrieb der nach dem van Rysselberghe'schen Verfahren eingerichteten Tele-

Digitized by Google

phonleitungen sehr erleichtert worden. Der in den Leitungen eingeschalteten, den metallischen Zusammenhang des Leiters unterbrechenden Condensatoren wegen konnten nämlich früher Anruf- und Schlusssignale zwischen den beiden mit einander verbundenen Fernsprechämtern nicht in der gewöhnlichen Weise gewechselt werden.

In der Fig. 275 ist A ein Telegraphenamt, B Telephoncentralstelle, C Condensatoren, U Uebertragungsapparat, FR Telephonrelais, SS' Signalklappen, L_1 L_2 Telegraphenleitungen, l_1 l_2 Verbindungsleitungen zwischen dem Telegraphenamt und der Centralstelle, l_3 Anschlussleitung einer Abonnentenstelle.

Die zur Ingangsetzung des Telephonrelais erforderlichen intermittirenden Ströme werden durch Einschaltung eines sogenannten Selbstunterbrechers in den Stromkreis der Weckbatterie erzeugt.

Unter den geeigneten Bedingungen sollten sich durch Anwendung dieses Systems beträchtliche Vortheile ergeben, da dasselbe keiner besonderen Telephonleitung bedarf. Es fragt sich nur, ob es in manchen Fällen nicht billiger ist, eine besondere Telephonleitung zu errichten, anstatt die van Rysselberghe'schen Antiinductionsapparate aufzustellen, insbesondere da letztere an allen Telegraphenstationen auf einer für gleichzeitigen Telephondienst bestimmten Leitung angewandt werden müssen, gleichviel ob die einzelnen Stationen zu einfachen oder doppelten Zwecken dienen oder nicht.

Die folgenden Stationen in Belgien sind vermittelst dieses Systemes verbunden:

Brüssel-Antwerpen	44 km,
Brüssel-Gent	57 km,
Antwerpen-Gent (über Mecheln)	80 km,

und in neuerer Zeit

Brüssel-Paris	320 km.

194. Versuche, die van Rysselberghe[1]) zwischen New-York und Chicago (eine Entfernung von 1625 km) anstellte, haben ergeben, dass der Erfolg des Telephonirens auf weite Entfernungen ausschliesslich von der Beschaffenheit des zur Leitung verwendeten Drahtes abhängt.

Mit Eisendraht liess sich ein deutliches Gespräch auf nicht mehr als 400 km Entfernung führen, während auf 960 km absolut nichts mehr zu hören war.

Ganz anders verhält es sich mit Kupferdraht. Zwischen Fo-

[1]) Rapport sur des expériences récentes faites aux États Unis d'Amérique par J. van Rysselberghe; Bruxelles 1886.

Digitized by Google

storia und New-York, eine Entfernung von 1175 km, wurde ein Gespräch mit bestem Erfolg mittelst eines Kupferdrahtes von 2.7 mm Durchmesser geführt. Die Töne waren zwar schwach, aber vollkommen deutlich und das S, der schwierigste Buchstabe für telephonische Uebertragung, wurde ganz deutlich gehört.

Ein ähnlicher Draht zwischen Fostoria und Albany, eine Entfernung von 941 km, gab äusserst günstige praktische Resultate. In diesem Falle war der Gesammtwiderstand des Hinleitungsdrahtes 3660 Ohm, der des Rückleitungsdrahtes 3347 Ohm, die statische Capacität der Leitung war 3.3 Mikrofarad und die Isolirung 296 Megohm per Meile.

Ein dünnerer Draht von 2.1 mm Durchmesser gab auf die gleiche Entfernung keine günstigen Resultate.

Eine Vergleichung der mit den beiden letzteren Drähten erhaltenen Resultate scheint darauf hinzuweisen, dass mit kupfernen Leitungsdrähten (oder Drähten von irgend einem anderen, nicht magnetisirbaren Metall, z. B. Phosphorbronze) die Uebertragungskraft des Telephons der Leitungsfähigkeit des Drahtes annähernd proportional ist, und dass mit Kupferdrähten von geeignetem Durchmesser sich ein directer Telephonverkehr ohne Relais auf eine beliebige Entfernung führen liesse. Der entscheidende Versuch wurde auf einem der United Lines Company gehörigen Kabel zwischen New-York und Chicago angestellt. Dieses hatte einen Durchmesser von 6 mm und einen Stahlkern von 3 mm, der mit Kupferdraht von 1.5 mm umgeben war. Die Gesammtlänge jedes Drahtes war 1625 km und sein Widerstand 1.1 Ohm per Kilometer. Seine statische Capacität war 11.7 Mikrofarad oder 23.4 Mikrofarad für eine Doppelleitung. In Anbetracht des Stahlkernes betrachtet van Rysselberghe dieses Kabel als gleichwirkend mit einem Kupferdraht von 5 mm Durchmesser.

Die Gesellschaft besitzt 6 solcher directen Kabel zwischen New-York und Chicago und auf allen Drähten fand gleichzeitig mit van Rysselberghe's Versuch der gewöhnliche Telegraphenverkehr statt. Die oben erwähnten Antiinductionsapparate wurden bei allen Versuchen verwendet.

Das Resultat war ein äusserst günstiges, jedes Wort konnte man an beiden Enden deutlich hören und zwar auf einer Leitung, deren Gesammtlänge 3250 km betrug oder zwei Drittel der Entfernung zwischen der alten und der neuen Welt.

Van Rysselberghe will den Erfolg auf die doppelte, ja vierfache Entfernung garantiren. Mit einem Drahte von geeignetem Durchmesser will er von Paris nach Pekin telephoniren.

Digitized by Google

Um die Resultate kurz zusammenzufassen, so ergibt sich, dass ein sogar im commerziellen Sinne befriedigender Telephonverkehr sich mit Kupferdrähten von folgendem Durchmesser führen lässt:

Mit einem Drahte von 2.1 mm auf 500 km Entfernung
„ „ „ „ 2.7 „ „ 941 „ „
„ „ „ „ 5 „ „ 1625 „ „

Diese Versuche scheinen zu beweisen, dass es sich beim Telephoniren auf weite Entfernungen nicht um die Construction der Telephone und Mikrophone, sondern einzig und allein um die Beschaffenheit des Leitungsdrahtes handelt.

Capitel XXV.

Verkehr zwischen zwei entfernten Telephonnetzen.

System der Uebertragung.

195. Am Schlusse der ersten Dekade der Telephonie haben wir einen grossen Fortschritt in der Richtung zu verzeichnen, dass sich der directe Verkehr der Abonnenten, der sich anfänglich auf die Bewohner derselben Stadt beschränkte, allmälig auf weite Entfernungen ausdehnt, so dass wir mit Bestimmtheit darauf rechnen dürfen, im Laufe der Zeit einen Telephondienst zu erhalten, der sich dem Telegraphendienst würdig zur Seite stellen lässt.

So finden wir z. B. in England, dass die National Telephone Company allein schon 800 Meilen solcher Verbindungsleitungen betreibt, deren längste zwischen Glasgow und Edinburg 55 Meilen, zwischen Glasgow und Ayr 53 Meilen, zwischen Edinburg und Falkirk 32, zwischen Glasgow und Stirling 31 Meilen und so weiter betragen.

Auch in Deutschland und der Schweiz und in geringerem Masse auch in Frankreich breiten sich die Telephonnetze auf immer weitere Entfernungen aus und es wird wohl nicht mehr lange dauern, bis alle grösseren Städte des Continents mit einander in directem Telephonverkehr stehen.

Wo diese Verbindungslinien von geringer Zahl, allein bedeutender Länge sind, ist die Induction ein äusserst störendes Element und ermöglicht das Mitanhören eines auf einer Leitung geführten Gesprächs auf einem benachbarten Leitungsdraht. Man könnte diese Schwierigkeit zwar durch Anwendung einer Doppelleitung beseitigen,

Digitized by Google

allein in diesem Falle, wenn man Doppelleitungen zur Verbindung zweier entfernter Centralstellen verwendet, müsste man alle Abonnentenleitungen, die sich dieser Verbindungen bedienen, auch als Doppelleitungen construiren, und dies wäre nicht nur sehr kostspielig, sondern auch desshalb unstatthaft, weil dadurch die Zahl der Leitungsdrähte noch weiter vermehrt würde.

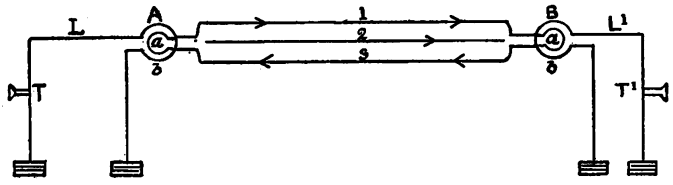
Man musste desshalb die Lösung der Frage in einer anderen Richtung suchen und hat desshalb an den Endpunkten einer zwei Centralstellen vereinigenden Doppelleitung Transformatoren aufgestellt, vermöge deren zwei mit der Centralstelle durch eine einfache Leitung verbundene Abonnenten in directen Verkehr mit einander treten können.

Anordnungen zu diesem Zwecke sind von Nyström[1]), Elsässer und Bennett ausgeführt worden.

Nyström's Uebertragungssystem.

196. Eine Inductionsrolle a b, deren Spiralen den individuellen Erfordernissen des elektrischen Widerstands entsprechend construirt sind, wird an jeder der zwei Centralstellen A und B (Fig. 276) aufgestellt. Eine der Drahtwindungen a jeder Rolle ist, wie in der Figur ange-

Fig. 276.



zeigt, in dauernder Verbindung mit der Doppelleitung zwischen den beiden Centralstellen. Das eine Ende der zweiten Drahtwindung b ist in dauernder Verbindung mit der Erde an den beiden Centralstellen. Der gewöhnliche Umschalter dieser Centralstellen ermöglicht die Verbindung irgend eines einzelnen Drahtes mit dem zweiten Ende der Drahtwindung b. Was das zweite Ende einer jeden Abonnentenleitung betrifft, so ist dasselbe, wie gewöhnlich, in dauernder Verbindung mit der Erde.

Der beim Telephoniren des Abonnenten T in der Localleitung L erzeugte Strom durchläuft die Drahtwindung b und hat eine inductive Wirkung auf Drahtwindung a. Hieraus ergibt sich, wie durch

[1]) Journal Télégraphique, vol. VII, p. 208.

Digitized by Google

die Pfeile angedeutet ist, ein Strom in den Drähten 1 und 3, deren Extremitäten mit den Drahtwindungen a verbunden sind. Dieser Strom, welcher an der entgegengesetzten Centralstelle die Drahtwindung a durchläuft, erzeugt in dem einfachen, den Abonnenten T' verbindenden Leitungsdraht L einen inducirten Strom. In dieser Weise lassen sich verschiedene Doppelleitungen in der Telephonie benutzen, ohne dass hieraus eine Confusion im Verkehr entstünde, und ausserdem lässt sich ein Gespräch mittelst einer einfachen Leitung zwischen zwei Centralstellen führen, obgleich die elektrischen Ströme zwischen den Erdplatten dieser einfachen Leitung ein ziemlich störendes Geräusch verursachen.

Die Figur stellt die Einzelleitung 2 zwischen den beiden eine Doppelleitung bildenden Drähten 1 und 3 dar. Der Draht 2 übt zwar eine inductive Wirkung auf 1 und 3 aus, allein diese Wirkung ist solcher Art, dass der Effect von dem einen Draht vollständig von dem Gegeneffect im anderen Drahte aufgehoben wird. In gleicher Weise wirken die Drähte 1 und 3 auf Draht 2, jedoch in entgegengesetzter Richtung und folglich ohne jeden merklichen Effect. Es ist jedoch eine bemerkenswerthe Thatsache, dass Draht 2 nicht nothwendig zwischen den beiden anderen Drähten zu liegen braucht, sondern dass er auch ausserhalb derselben gespannt werden kann. Die Intensität der Sprachübertragung leidet nicht merklich durch diesen doppelten Inductionseffect. Es hat sich in der That herausgestellt, dass bei dieser doppelten Umwandlung die Sprache mindestens mit ebenso grosser Intensität übertragen wird, als durch gewöhnliche Telephonie auf einer Einzelleitung.

Diese Thatsache ist um so bemerkenswerther, als die an einer Sprechstelle von einem gewöhnlichen Inductionsapparate ausgehenden Ströme durch diese Umwandlung so sehr geschwächt werden, dass sie an der entfernten Sprechstelle die üblichen Signale nicht mehr hervorbringen. Dieser Umstand macht eine specielle Anordnung für den Aufruf zwischen beiden Sprechstellen nöthig, und zwar dürfte ein specieller, dem ganzen Doppelleitungssystem gemeinsamer Draht die geeignetste Lösung der Aufgabe sein.

Elsässer's System [1]).

197. Eine ähnliche Anordnung wurde von Herrn Geheimem Regierungsrath Elsässer zwischen Köln und Elberfeld, einer Entfernung von 57 Kilometer, eingeführt. Die beiden Städte waren durch ein

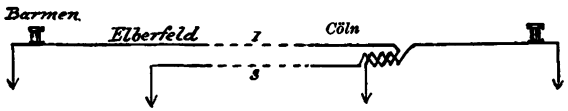
[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. IV, p. 515.

Digitized by Google

vieradriges Kabel verbunden. Zwischen die Enden zweier mit 1 und 3 bezeichneter Kabeladern wurde in Köln eine Umwindung einer Inductionsrolle eingeschaltet. In Elberfeld wurde an Ader 1 eine nach Barmen führende Fernsprechleitung angeschlossen, während Ader 3 in Elberfeld zur Erde geführt wurde. Die zweite Umwindung der erwähnten, in Köln befindlichen Inductionsrolle war einerseits mit einer Telephonleitung, andrerseits mit der Erde verbunden. Bei dieser in Fig. 277 dargestellten Verbindung war die Verständigung zwischen den beiden Fernsprechstellen in Köln und Barmen tadellos. Gleichzeitig stellte sich heraus, dass schädliche Inductionswirkungen zwischen dieser Doppelleitung und den beiden anderen Kabelleitungen nicht eintreten.

Benutzte man dagegen die neben einander liegenden Adern 1 und 2 oder 3 und 4 zur Bildung der Doppelleitung, dann konnte mittelst der in diese eingeschalteten Fernsprechapparate sowohl die in einer der anderen Leitungen geführte Morse-Correspondenz als auch die

Fig. 277.



mittelst Telephon geführten Gespräche ziemlich deutlich mitgehört werden.

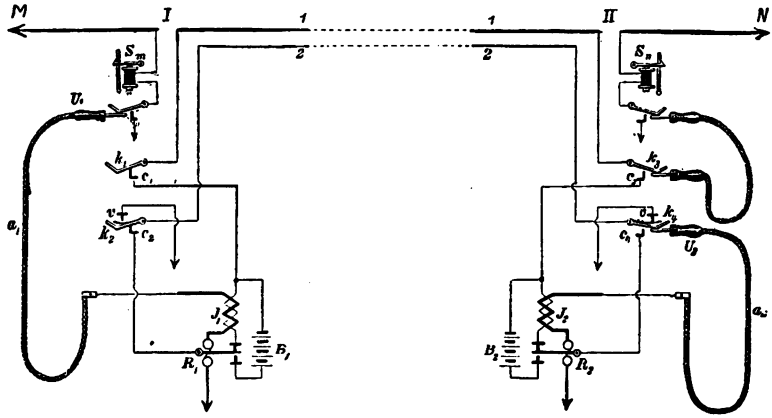
Hieraus ergibt sich, dass die Induction durch Anwendung geeignet geschalteter Doppelleitungen unschädlich gemacht werden kann und dass solche Doppelleitungen sehr wohl als Zwischenglieder für einfache Anschlussleitungen verwendet werden können.

198. Bei Benutzung dieser Schaltung durchlaufen jedoch nur die von einer Abonnentenstelle ausgehenden Weckbatterieströme die Apparate beider Vermittlungsämter, während die von der anderen ausgehenden Batterieströme nur die Apparate des eigenen Vermittlungsamtes durchlaufen können. Um im ersteren Falle ein zuverlässiges Abfallen der Signalklappen zu erzielen, müssten bei sämmtlichen in Betracht kommenden Fernsprechstellen bedeutend kräftigere Batterien aufgestellt werden, als solche für den viel häufiger eintretenden Verkehr zwischen den an ein und dasselbe Vermittlungsamt angeschlossenen Abonnentenstellen nothwendig sind. Mit Rücksicht hierauf erscheint es vortheilhafter, die bei Benutzung langer Verbindungsleitungen zum Betrieb erforderliche Stromstärke durch Einführung von Aufrufsignal-

Digitized by Google

Uebertragungen bei den Vermittlungsämtern zu beschaffen. Hiedurch würde gleichzeitig auch die Möglichkeit eines unmittelbaren Aufrufs der Abonnenten unter einander geboten werden. Eine diesen Zweck erfüllende Uebertragung ist in Fig. 278 skizzirt. Diese Einrichtung erfordert für jede Verbindung zwischen den Centralstellen neben der zur Uebertragung der telephonischen Unterhaltung nothwendigen Inductionsrolle J ein Relais R und eine Batterie B. Die Doppelleitungen sind mit den federnden Klinken k_1, k_2, k_3, k_4 verbunden; diese Klinken stehen in der gewöhnlichen Lage mit den zugehörigen Contactstückchen c_1, c_2, c_3 und c_4 und durch diese mit dem Uebertragungssystem in leitender Verbindung. Im Ruhezustande

Fig. 278.



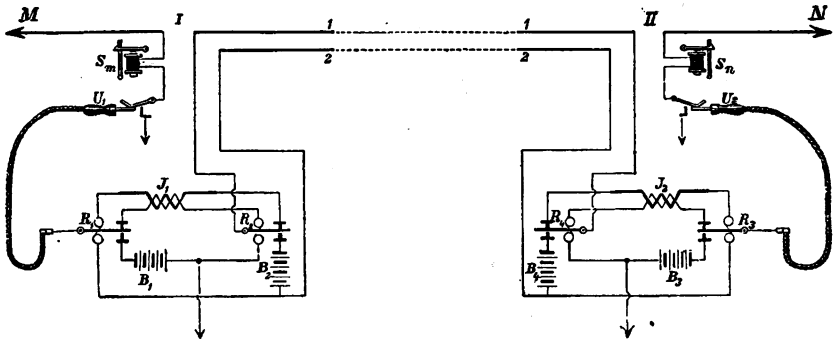
sind die am Ende der biegsamen, ebenfalls mit den Uebertragungssystemen verbundenen Leitungsschnüre a_1, a_2 befindlichen Stöpsel U_1 und U_2 in die zu den Klinken k_2 und k_4 gehörigen Umschaltelöcher eingesetzt. Dadurch wird, wie dies in der Figur bei k_4 dargestellt ist, die Klinke von ihrem Auflager abgehoben und mit Hülfe der kleinen, auf der oberen Seite angebrachten Blattfeder mit der Anschlagschraube v, und so der Zweig 2 der Doppelleitung unmittelbar mit der Erde in Verbindung gebracht. Behufs Einschaltung der Uebertragung ist wie folgt zu verfahren:

Will z. B. der Abonnent M mit dem an die Centralstelle II angeschlossenen Abonnenten N sprechen, dann schaltet Centralstelle I ihr Uebertragungssystem ein. Dies geschieht einfach durch Einsetzen des bis dahin im Umschalter k_2 befindlich gewesenen Stöpsels U_1 in

Digitized by Google

den zur Signalklappe S_m gehörigen Klinkenumschalter. Die Centralstelle II verbindet dagegen durch Einsetzen der beiden Stöpsel einer losen Verbindungsschnur in den zur Signalklappe S_n der Anchlussleitung N gehörigen Klinkenumschalter bezw. in den Klinkenumschalter k_3 die Anschlussleitung unmittelbar mit dem Zweige 1 der doppelten Verbindungsleitung. In Folge der dadurch bewirkten Verbindungen durchläuft ein von M ausgehender Weckbatteriestrom die Umwindungen des Elektromagnets der Signalklappe S_m, demnächst einen Draht der Inductionsrolle J_1 und die Rollen des Relais R_1. Der Anker dieses Relais wird angezogen und dadurch die Batterie B_1 circular in die doppelte Verbindungsleitung 1, 2 eingeschaltet. Ein Zweig dieser Leitung ist in der Centralstelle II durch den Klinkenumschalter k_4

Fig. 279.



über die Contactschraube v unmittelbar mit der Erde verbunden, während der andere Zweig über k_3 und S_n mit der Anschlussleitung verbunden und bei Sprechstelle N zur Erde geführt ist. Der Strom der Batterie B_1 bewirkt dann das Abfallen der Signalklappe S_n in II und das Ertönen des Weckers bei N. Die mittelst der demnächst in die Anschlussleitungen bei M und N eingeschalteten Telephonapparate entsendeten Ströme werden durch die Inductionsrolle J_1 übertragen. Die nur einseitige Uebertragung der Batterieströme reicht aus, wenn, wie dies bei der deutschen Verwaltung vorgeschrieben ist, die Aufruf- und Schlusssignale ausschliesslich von dem rufenden Abonnenten gegeben werden.

199. In Fig. 279 ist eine weitere Einrichtung skizzirt, welche den Verkehr zwischen den Abonnenten an zwei durch Doppelleitungen mit einander verbundenen Telephonnetzen in der bei der deutschen Post- und Telegraphen-Verwaltung allgemein üblichen Weise gestattet.

Digitized by Google

Bei dieser Anordnung kann nämlich nach Herstellung der gewünschten Verbindung ein Abonnent den anderen durch Niederdrücken der Wecktaste direct aufrufen.

Wie aus Fig. 279 ersichtlich, besteht jede Uebertragungsvorrichtung aus zwei Relais, R_1 und R_2, bezw. R_3 und R_4, aus den Uebertragungsbatterien B_1 und B_2, bezw. B_3 und B_4 und aus den Inductionsrollen J_1 und J_2. Die Relais sind in der angegebenen Weise dauernd mit der Doppelleitung verbunden. Behufs Einschaltung der Uebertragung werden die an einer biegsamen Leitungsschnur befindlichen Stöpsel U_1, U_2 in die den zu den verbindenden Anschlussleitungen entsprechenden Umschalteröffnungen der Signalklappen eingesetzt. Geht der Weckruf von M aus, dann tritt bei der Centralstelle I das Relais R_2 in Thätigkeit. In Folge dessen wird die Batterie B_2 in die Doppelleitung eingeschaltet und bei der Centralstelle II das Relais R_3 in Thätigkeit gesetzt und dadurch der eine Pol der Batterie B_3 mit der zum anzurufenden Abonnenten N führenden Anschlussleitung verbunden; der andere Pol dieser Batterie steht dauernd mit der Erde in Verbindung. Die Batterieströme durchlaufen hiernach die Elektromagnete der Signalklappen S_m und S_n und auch den Apparat der Sprechstelle N. Die Uebertragung der zur Uebermittelung des Gesprochenen dienenden Ströme erfolgt mittelst der Inductionsrollen J_1 und J_2. In gleichartiger Weise werden die Signal- bezw. Weckapparate durch die in umgekehrter Richtung, d. h. von N ausgehenden Weckströme in Thätigkeit gesetzt.

Bennett's System [1]).

200. Dieses System, das von Mr. Bennett, dem Ingenieur der National Telephone Company in Edinburg, im Jahre 1881 patentirt wurde, fand zuerst auf den Anschlussleitungen der genannten Gesellschaft zwischen Glasgow und Paisley, und Glasgow und Greenock Verwendung. Dasselbe hat sich als vollkommen praktisch bewährt und ist seitdem in Europa sowohl als in Amerika in ausgedehnte Benutzung gekommen. Die zu diesen Zwecken verwendeten Inductionsrollen sind von besonderer Construction. Die gewöhnliche Inductionsrolle mit einem primären Drahte von niederem und einem secundären Drahte von hohem Widerstand eignet sich nicht zu diesem Zwecke. Die beiden Spiralen eines Transformators müssen von hohem Widerstand sein, und jede wirkt abwechselnd als primäre und als secundäre, je nach der Richtung — ankommend oder abgehend — des Stromes. Bennett verwendete

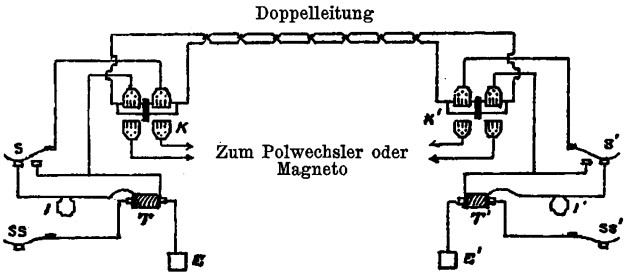
[1]) Nach einem Originalbeitrag des Mr. A. R. Bennett.

Digitized by Google

Anfangs Drahtrollen von gleichem Widerstand, allein er hält es für besser, dieselben im Verhältniss von 1:2.5 zu winden. Der Kern des Transformators muss aus dem weichsten Eisendraht bestehen und die Rollen müssen, wenn sie gute Resultate geben sollen, so dicht wie möglich und mit der grössten Sorgfalt gewunden werden. Sind die Rollen sorgfältig gearbeitet, so wird die Deutlichkeit der Sprachübertragung durch eine in Transformatoren endigende Doppelleitung nicht merklich beeinträchtigt. So z. B. haben wir uns selbst überzeugt, dass die Verständigung zwischen Glasgow und Edinburg, eine Entfernung von 50 englischen Meilen (80 km), tadellos ist, dass man sich unterhalten kann, ohne die Stimme im geringsten anzustrengen, und jedes Wort auf's deutlichste hört.

Fig. 280 ist eine Skizze der von Bennett in Edinburg und anderen unter seiner Aufsicht stehenden Centralstellen angewandten

Fig. 280.



Verbindungen: TT' sind die Transformatoren, II' die Aufrufklappen, KK' zwei Taster mit zwei oberen und zwei unteren Reibungscontacten; S, S' die Stöpsellöcher zur directen Verbindung zweier Doppelleitungen, SS, SS' zur Verbindung der einzelnen mit der Erde verbundenen Abonnentenleitungen. Wenn zwei solche Abonnenten durch Einsetzung der Stöpsel in SS und SS' verbunden sind, so geht der Strom über den Transformator nach SS und durch die eine Spirale von T zur Erde. Die in der zweiten Spirale von T inducirten Ströme gehen über I, S und K und die Doppelleitung nach K' und von da über eine Spirale von T' nach I' und S' und so zurück nach T. Die in der zweiten Spirale von T' inducirten Ströme gehen schliesslich über SS' und den Empfänger des Abonnenten zur Erde. Um die entgegengesetzte Centralstelle aufzurufen, drückt der Beamte seinen Taster nieder, schaltet hiedurch seinen Transformator und die Signalklappe aus dem Stromkreis aus, während er den Polwechsler oder anderweitigen Generator

Digitized by Google

in die Doppelleitung einschaltet und die Klappe an der anderen Centralstelle zum Fallen bringt. Die Klappenelektromagnete müssen einen möglichst niederen Widerstand haben und neben einander geschaltet sein. SS' sind unten mit zwei Contacten versehen. Wenn man die doppelte Anschlussleitung mit einer zweiten zu verbinden hat, so würde der Widerstand und die magnetische Trägheit des Transformators und des Klappenelektromagnets die Sprachübertragung beeinträchtigen, wenn letztere im Stromkreise verblieben. Der Stöpsel wird desshalb lang genug gemacht, um die beiden unteren Contacte zu berühren, wenn man ihn in das Stöpselloch einsetzt, und hiedurch werden die beiden genannten Apparate ausgeschaltet. Manchmal ist es wünschenswerth, die Signalklappe zum Behufe des Endsignals im Stromkreise zu belassen, und dann werden die Verbindungen demgemäss abgeändert.

Ein weiterer Gegenstand, der sich füglich in dieses Capitel einreihen lässt, ist die

Multipeltelephonie.

201. Der Zweck der Doppel- und Multipeltelephonie unterscheidet sich wesentlich von dem der Doppeltelegraphie, denn es ist unmöglich, von zwei durch eine Leitung ankommenden Telephonströmen den einen nach einem und den anderen nach einem zweiten Telephone zu leiten. Wollte man dies erreichen, so müsste man Ströme und Telephone von verschiedener Beschaffenheit in solcher Weise benutzen, dass jedes Telephon nur dem für dasselbe bestimmten Strome entsprechen würde. Man hat desshalb Verbesserungen in der Richtung angestrebt, die Uebertragungsfähigkeit der Leitungsdrähte zu vergrössern und so viele Betriebslinien zu erhalten als Drähte zwischen zwei Städten laufen.

Nach einem in dem amerikanischen Journal „Electrical World" veröffentlichten Verfahren soll dieser Zweck folgendermassen erreicht werden:

In Fig. 281 sind PP, P'P' die primären und SS, S'S' die secundären Drahtspiralen von 4 Transformatoren, von denen je zwei an jedem Endpunkte der Doppelleitung aufgestellt sind. Die beiden primären Spiralen an den zwei Centralstellen sind verschieden gewunden, so dass die von T und T' ausgehenden Ströme sich zwischen denselben spalten und gleiche Ströme von entgegengesetzter Richtung in den secundären Spiralen hervorbringen, ohne auf die Telephone TT und T'T' einzuwirken. Nun befinden sich aber TT und T'T' im Stromkreise der secundären Spiralen, und die von denselben ausgehenden Ströme

Digitized by Google

erzeugen demnach inducirte Ströme in den primären Spiralen, welche in der Doppelleitung circuliren und die mit der Erde verbundenen Telephone T und T' nicht beeinflussen. Das Verfahren ist demnach theoretisch richtig und hat sich auch versuchsweise bewährt, allein in der Praxis hat es sich gezeigt, dass die Sprachübertragung beinahe vollständig durch den elektrischen Widerstand und die magnetische Trägheit so vieler mit Kernen versehenen Magnete gehemmt wird. Hauptsächlich ist dies der Fall, wenn behufs des Aufruf- und Endsignals weitere Transformatoren, deren Anzahl sich dann auf sechs beläuft, an den beiden Centralstellen aufgestellt werden müssen.

202. Im Jahre 1882 patentirte Mr. Jacob, von der Firma Siemens Brothers in London, ein Verfahren, dessen Princip sich auf die Thatsache stützte, dass Nebenleitungen von hohem Widerstand

Fig. 281.

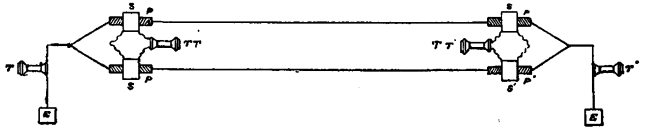
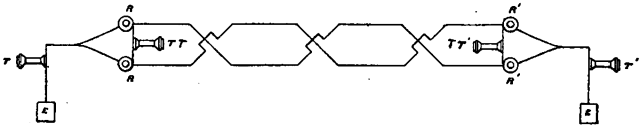


Fig. 282.

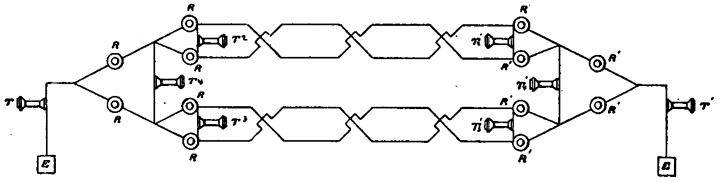


keinen ungünstigen Einfluss auf die Sprachübertragung ausüben und in Unwissenheit dieses Verfahrens patentirte Mr. Bennett im Jahre 1887 eine ähnliche Anordnung. Anstatt der üblichen Transformatoren verwendet der letztere kernlose Spiralen (RR, R'R', Fig. 282) je von 3000 Ohm Widerstand. Die beiden Spiralen an jedem Endpunkte müssen sich gegenseitig vollständig ausgleichen und das Gleiche muss bei den die Doppelleitung bildenden Drähten mit Bezug auf ihre Leitungsfähigkeit, Isolirung und Capacität der Fall sein. Wenn diese Bedingungen erfüllt werden, so kann T mit T' und TT mit TT' sprechen, ohne dass von einem Mithören die Rede ist. Die bei T hervorgebrachten Ströme spalten sich zwischen RR, gehen an TT vorüber, ohne dasselbe zu beeinflussen, durchlaufen beide Drähte der Doppelleitung und vereinigen sich wieder, nachdem sie bei R'R' vorüber sind, um über T' zur Erde zu gehen. Drei Wege bieten sich den von TT ausgehenden Strömen dar: 1) Ueber RR und zurück;

Digitized by Google

2) über einen Draht der Doppelleitung TT′ und über den anderen Draht zurück; 3) über einen Draht der Leitung R′R′ und den anderen Draht zurück. Der zweite Weg jedoch hat den geringsten Widerstand und wenn die doppelte Anschlussleitung von Kupfer ist, so ist die Sprachübertragung so gut wie auf einer gewöhnlichen Doppelleitung. Die Einschaltung von Widerständen an und für sich, selbst im Betrag von mehreren tausend Ohm, hat keinen merklichen Einfluss auf die Sprachübertragung in einer einfachen mit der Erde verbundenen Telephonleitung, und der Verkehr auf diesem Theile der Einrichtung ist desshalb auch ganz günstig. Anstatt dass man den zur Erde abgeleiteten Stromkreis an den Endpunkten der Doppelleitungen anbringt, kann man denselben von irgend einem Zwischenpunkte abnehmen. So könnte man z. B. auf einer Doppelleitung zwischen London und Brighton einen zur Erde abgeleiteten Stromkreis zwischen Croydon und Lewes (Zwischenstation an der London-Brighton-Route) betreiben. Der letztere Theil der Leitung ist natürlich wie alle einfachen Leitungen

Fig. 283.



den Wirkungen der Induction durch benachbarte parallele Drähte ausgesetzt, während die Doppelleitung nicht hierunter leidet. Bei regelmässigem Betrieb werden anstatt der Telephone Signalklappen und Transformatoren bei TT, TT′ und die üblichen Umschaltevorrichtungen bei T und T′ angebracht. Die gewöhnlichen Läutevorrichtungen sind genügend. Dieses System ist seit mehr als einem Jahre auf den Leitungen der National Telephone Company im Gebrauch; es dient zur Verbindung der verschiedenen Städte in Cumberland, und ist auch zwischen Glasgow und Paisley und an mehreren anderen Orten mit Erfolg angewendet worden. Fig. 283 zeigt eine weitere Entwicklung dieses Systems, wornach zwei Doppelleitungen vier Betriebslinien ergeben. Ist die Linie telegraphischer Induction ausgesetzt, so kann man den zur Erde abgeleiteten Stromkreis weglassen und die drei Doppelleitungen $T^2T^{2'}$, $T^3T^{3'}$ und $T^4T^{4'}$ beibehalten. Die Sprachübertragung auf letzterer wird durch den bedeutenden Widerstand abgeschwächt. Diesem Uebelstand lässt sich indessen durch Condensatoren von bedeutender Capacität abhelfen.

Digitized by Google

Capitel XXVI.

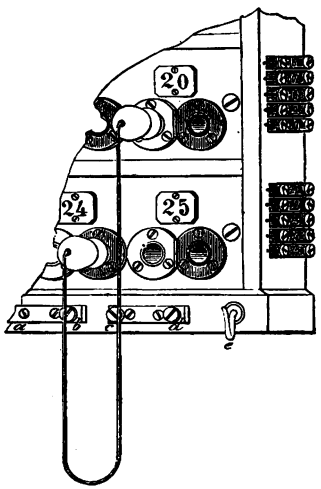
Oeffentliche Telephonstellen.

203. Diese öffentlichen Fernsprechstellen, die nunmehr in den meisten Ländern in allgemeinem Gebrauche sind, setzen jedermann, ohne Ausnahme, in Stand, gegen Entrichtung einer bestimmten Gebühr, während einer gewissen Zeit mit irgend einem Abonnenten des Telephonnetzes in Unterhaltung zu treten.

In Deutschland z. B. beträgt die Gebühr 50 Pfennige für 5 Minuten Unterhaltung.

Solche Sprechstellen bilden einen Theil eines Post- oder Telegraphenamtes und daselbst werden Karten zu je 50 Pfennig ausgegeben, die den Käufer zu einem Gespräch von 5 Minuten berechtigen. Dauert die Unterhaltung länger, so muss entweder eine weitere Karte gelöst, oder ein weiterer Betrag am Ende der Unterhaltung entrichtet werden.

Fig. 284.



Der Betrieb selbst ist mit dem anderer Sprechstellen vollkommen identisch. Der Beamte an der öffentlichen Sprechstelle ruft zuerst die Centralstelle auf und benachrichtigt dieselbe, welche Verbindung gewünscht wird. Sobald er eine Antwort empfängt, theilt er dies der anfragenden Person mit und dieselbe kann sich nun in gleicher Weise mit dem gerufenen Abonnenten ins Vernehmen setzen wie ein gewöhnlicher Abonnent von seinem eigenen Hause aus. Ein Abonnentenverzeichniss steht jederzeit dem Publikum zur Verfügung.

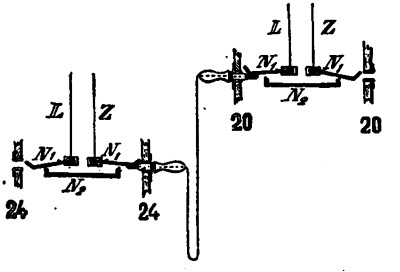
204. Ausser diesen Sprechstellen, die im vollen Sinne des Wortes öffentlich sind, gibt es noch andere, für Abonnenten allein bestimmte Einrichtungen mit beschränkter Oeffentlichkeit, so z. B. die sogenannten Telephonzellen der Berliner Börse.

Dieselben setzen ein Börsenmitglied, das zugleich Abonnent sein muss, in den Stand, während der Börsenzeit sich mit irgend einem Abonnenten des Telephonnetzes in der Stadt zu unterhalten.

Digitized by Google

In erster Linie bedarf es hiezu schalldichter Zellen, so dass ein innerhalb derselben geführtes Gespräch nicht von aussen mit angehört werden kann. Solche Zellen werden doppelwandig hergestellt und der Raum zwischen den beiden Wandungen mit einer innigen Mischung von Thon und Sägespänen angefüllt. Der innere Raum der Zelle wird ausserdem mit einer Schicht dünner Pappe bekleidet; darauf folgt eine Schicht Filz auf Leisten (um eine Luftschicht zwischen dem Filz und der Pappe zu erzielen) und auf die Filzschicht eine Bekleidung von leichtem Baumwollenstoff oder von Tapete. Solcher Zellen sind im Ganzen 16 im Souterrain der Börse eingerichtet. Jede Zelle enthält ausser den Fernsprechapparaten für eine Endstelle mit Mikrophon ein kleines Pult zum Niederschreiben von Notizen. Der Eingangsthür gegenüber ist ein Doppelfenster angebracht, vor welchem eine Gasflamme brennt. Die Schlüssel zu den Zellen verwahrt der diensthabende Beamte, welcher von dem nach der Treppe liegenden Schalterfenster seines am Fusse der Treppe, vor dem Eingange zu den Zellen sich befindenden Zimmer aus alle Zelleneingänge übersehen kann. Im Dienstzimmer befinden sich ein Umschalter, vier Fernsprechsysteme und zwei Controlfernsprecher. Der Umschalter, von dem ein Stück in Fig. 284 dargestellt ist, enthält 50 Klinken, welche sich von denen der Fig. 146 dadurch unterscheiden, dass je zwei obere Theile N_1 (Fig. 285) auf einem gemeinsamen isolirten unteren Metallstücke N_2 aufliegen; die beiden Obertheile N_1 liegen parallel zu einander. Zwei zusammengehörige Klinken bilden nämlich eine einzige Verbindung; der Draht L führt zur Aussenleitung bezw. zu einem Vermittlungsamte, der Draht Z zu einer Zelle.

Fig. 285.



Die in der Börse eingeführten 16 Leitungen, von denen bezw. 8, 4, 3, 1 zu den Centralstellen I, II, III, IV führen, sind an die mit L_1 bis L_{16} bezeichneten Klinken, die Zellen an die mit Z_1 bis Z_{16} bezeichneten Klinken gelegt. Ausser den 16 Leitungsdrähten sind vier Drähte zum Dienstverkehr mit den Centralstellen eingeführt und mit eben so vielen Endapparaten verbunden, endlich ist ein Draht zur Reserve vorhanden.

Wie ersichtlich besteht normale Verbindung (d. h. jede Leitung

Digitized by Google

ist mit der zugehörigen Zelle verbunden), wenn kein Stöpsel im Umschalter steckt. Hievon muss abgewichen werden, sobald sich der Verkehr momentan nach einer bestimmten Richtung steigert, so dass die Leitungen nach dort nicht ausreichen, während andererseits eine Zelle frei ist. Es werden dann die zum Dienstverkehr dienenden bezw. vorhandenen Reserveleitungen zu Hülfe genommen. So ist in Fig. 285 durch eine gewöhnliche Stöpselschnur die Leitung 20 mit der Zelle 24 verbunden.

Smith und Sinclair's automatischer Aufrufkasten [1]).

205. Diese Aufrufkasten ersetzen in England die öffentlichen Sprechstellen anderer Länder und bieten dem Publikum — Abonnenten oder Nichtabonnenten — gegen Entrichtung einer Gebühr die Gelegenheit dar, sich des Telephons zum Verkehr mit den Abonnenten eines Telephonnetzes zu bedienen.

Die Kästen werden an geeigneten Punkten der Stadt aufgestellt und mit der Centralstelle durch einen Leitungsdraht verbunden. Dieselben erfordern keine persönliche Aufsicht, da der zu zahlende Betrag von der Centralstelle aus controllirt werden kann. Wenn ein Nichtabonnent den Apparat benutzen will, so läutet er an der Centralstelle an und theilt dem dortigen Beamten die Nummer des Abonnenten mit, mit dem er sprechen will. Ist die Abonnentenleitung frei, so gibt der Beamte die Anweisung, den zu entrichtenden Betrag — 3 pence (25 Pfennig) für den städtischen Verkehr und 6 pence (50 Pfennig) für den Verkehr mit anderen Städten — in den Kasten zu werfen. Der Beamte wartet, bis der richtige Betrag bezahlt ist und macht dann die nöthige Verbindung.

Geht der Aufruf von einem Abonnenten aus, so weist der Beamte den letzteren an, seinen Schlüssel in die Spalte einzustecken und die Kurbel einmal zu drehen. Sobald der Beamte das Signal empfängt, stellt er die nöthige Verbindung her. Im Falle den Abonnenten die freie Benutzung nicht gewährt ist, befindet sich keine Vorrichtung zum Einstecken eines Schlüssels am Kasten. Der in Fig. 286 dargestellte Kasten ist an der oberen Seite mit zwei Spalten versehen, die eine zum Einwurf der Kupferstücke (Pence), die andere für die Silberstücke (6 Pence). Zwei weitere Oeffnungen befinden sich auf der Vorderseite des Kastens für die Abonnentenschlüssel, die eine für den städtischen (localen), die andere für den auswärtigen Verkehr.

Zum Behufe des Betriebs ist an der Centralstelle ein Relais mit

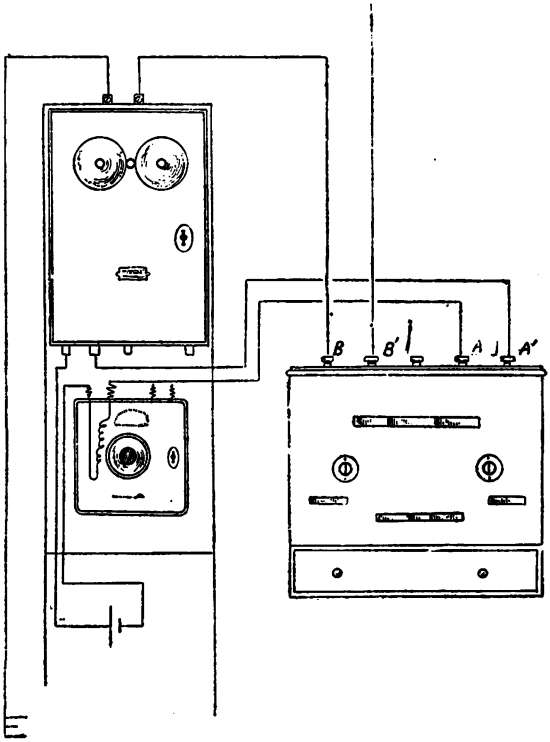
[1]) Nach einem Originalbeitrag des Mr. D. Sinclair.

Digitized by Google

Localbatterie und Wecker aufgestellt. Das eine Ende dieses Relais ist mit der Erde verbunden, das andere ist mit einem speciellen Verbindungsstöpsel verbunden (Fig. 287), der in eine Batterie von einigen Elementen eingeschaltet ist.

206. Wenn der Beamte eine Weisung von einem Aufrufkasten empfängt, so steckt er den Stöpsel in das betreffende Stöpselloch (Fig. 288),

Fig. 286.



schaltet hiedurch die Signalklappe aus und entsendet einen Strom zur Leitung. Das Relais wird geschlossen und der Klöppel des Weckers liegt gegen die Glockenschale an. So oft nun die Verbindung zwischen dem Kasten und der Centralstelle unterbrochen wird — und die Einrichtung ist so getroffen, dass jeder eingeworfene Penny diese momentane Wirkung hervorbringt — kommt die Glocke zum Läuten. Dies ist in der Fig. 289 angedeutet. Da beide Federn zugleich in's Spiel kommen müssen, um die Unterbrechung der Leitung herbeizuführen, so wird durch das Einwerfen einer kleineren Münze, z. B.

Digitized by Google

eines Halfpennys, dieser Zweck nicht erreicht. In gleicher Weise unterbricht der Localschlüssel eines Abonnenten beim Drehen die

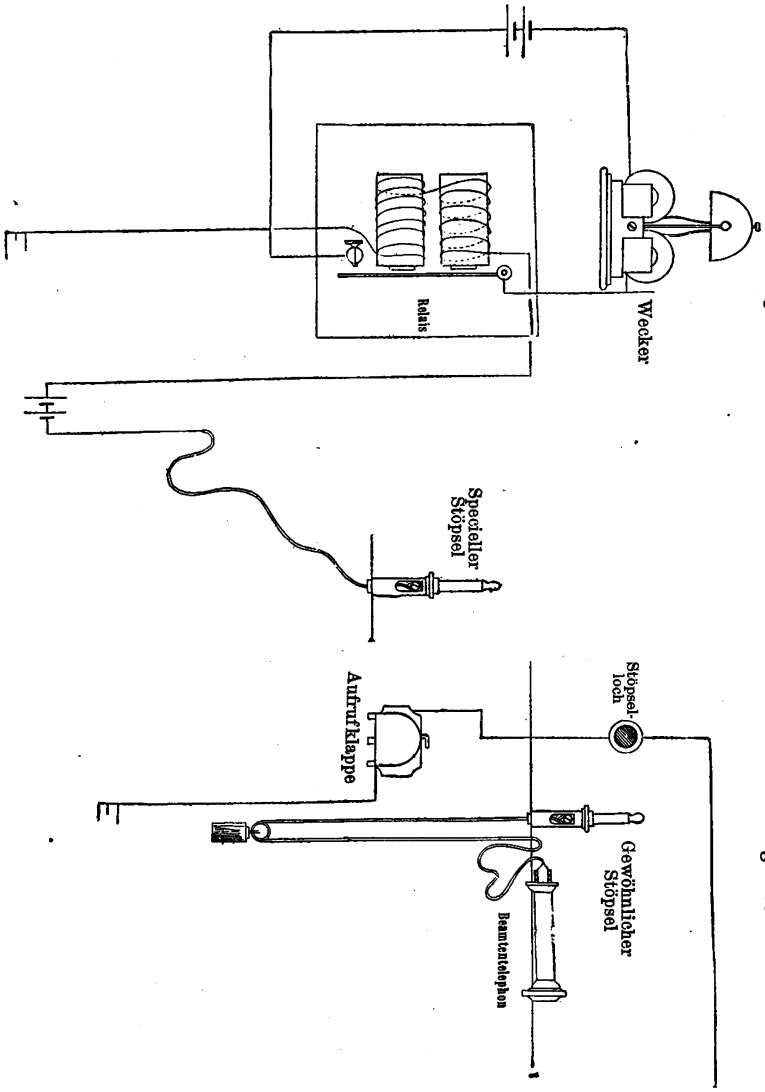


Fig. 287.

Fig. 288.

Leitung, wie dies in Fig. 290 angezeigt ist, und bringt die Glocke an der Centralstelle zum Läuten.

Digitized by Google

Wenn die gewünschte Verbindung das Einwerfen eines Sixpence erfordert, so bedient sich der Beamte nicht des Stöpsels, sondern behält sein Telephon am Ohr. Durch das Einwerfen der Münze wird in diesem Falle der Localstromkreis an der Aufrufstelle unterbrochen, da derselbe durch den automatischen Aufrufkasten geht, wie dies bei AA′ (Fig. 286) gezeigt ist. Auch hier verfehlt eine kleinere Münze den Zweck, so wie auch ein für den auswärtigen Verkehr bestimmter

Fig. 289.

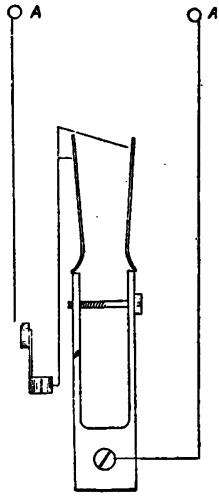
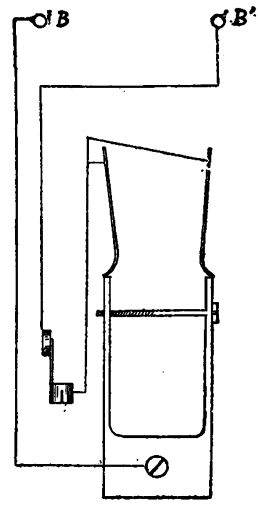


Fig. 290.



Abonnentenschlüssel nöthig ist, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Wird der Localstromkreis durch einen Sixpence oder einen Schlüssel unterbrochen, so hört der Beamte an der Centralstelle ein deutliches tickendes Geräusch und stellt darauf hin die gewünschte Verbindung her. Ein ähnlicher Aufrufkasten findet in dem Systeme der Lancashire and Cheshire Telephone Company Verwendung.

Digitized by Google

Capitel XXVII.

Einige Hülfsapparate für Central- und Abonnentenstellen.

1. Automatischer Apparat zur Controle der Anzahl der an einer Centralstelle ausgeführten Verbindungen [1]).

207. Dieser Apparat wurde von Mr. J. D. Miller, Ingenieur der National Telephone Company in Dundee, zu dem obgenannten Zwecke construirt, da es sich herausstellte, dass das weibliche Dienstpersonal nicht im Stande war, ein genaues Register über die Zahl der hergestellten Verbindungen zu führen.

Zu diesem Zwecke ist jeder Verbindungsstöpsel mit einem metallischen Ansatz versehen, der momentan zwei Contactstückchen vereinigt, sobald der Stöpsel behufs Herstellung einer Verbindung aus seiner Ruhelage genommen wird. In Folge dieses Contactes fliesst der Strom einer Batterie durch die Rollen eines Elektromagnets, dessen Anker in ein Zahnrad eingreift, und ein Zeiger, der bis auf 10 000 zählt, wird um einen Grad vorwärts bewegt. Da jede Verbindungsschnur zwei Stöpsel hat, und jeder Stöpsel für jede hergestellte Verbindung zwei Contacte macht, so müssen die Zeigerablesungen am Ende jedes Tages durch vier dividirt werden, um die genaue Anzahl der Verbindungen zu erhalten. Indem man jeden Beamten der Centralstelle mit einem solchen Zählapparat versieht, erhält man ein genaues Verkehrsregister, und der Beamte kann sich mit mehr Musse den verschiedenen zur Herstellung der Verbindungen nöthigen Manipulationen widmen, als wenn er nebenbei noch ein Register mit Papier und Bleistift zu führen hat. Durch Zusatz eines mit einem Blatt Papier umwundenen Cylinders — wie bei meteorologischen Beobachtungen — wird dieser Zählapparat zu einem dauernden Register der Anzahl der geführten Gespräche, und mit Hülfe eines Uhrwerks kann man den Zeitpunkt und die Dauer dieser Gespräche anzeigen. Mit dieser letzten Zugabe lässt sich das Instrument mit Vorteil an einer öffentlichen Sprechstelle verwenden, wo der zu zahlende Betrag im Verhältniss zur Gesprächsdauer ist.

2. Apparat zur Mittheilung der Zeit in Telephonnetzen [2]).

208. Der Apparat sendet jede Minute einen Stromimpuls über das

[1]) Engineering, 25. March 1887.

[2]) La Lumière Électrique, vol. XVI, p. 275.

Digitized by Google

ganze Telephonnetz, der zu schwach ist um die Sprachübertragung zu beeinträchtigen, jedoch stark genug, um einen bestimmten Ton von kurzer Dauer in regelmässigen Zwischenpausen hervorzubringen.

Der Abonnent, der die Zeit erfahren will, hat nur sein Telephon vom Haken zu nehmen und an's Ohr zu halten. Jede Minute hört er ein schwaches summendes Geräusch und unmittelbar nachher hört er eine Reihe von kurzen, aber leicht unterscheidbaren Schlägen, welche durch längere Zwischenpausen getrennt sind.

Angenommen er höre zwei durch eine kurze Pause getrennte Signale, dann drei und eine weitere Pause und schliesslich sieben Signale. Dies würde anzeigen, dass es beim nächsten Signale, d. h. in einer Minute, 2 Uhr 37 Minuten ist.

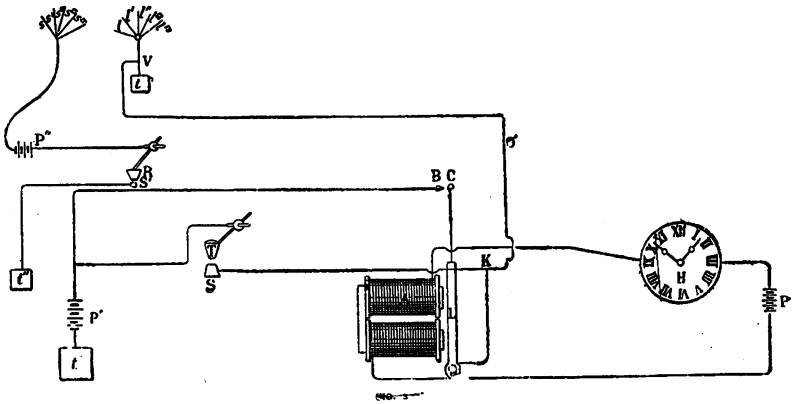
Der vollständige Apparat besteht aus einer elektrischen Uhr, die jede Minute Contact macht, und einem mit der Uhr in Verbindung stehenden, die Zeitzeichen gebenden Apparate. Letzterer besteht aus einer Walze, die wie die Walze einer Spieldose, mit Zähnen besetzt ist. Gegen diese Walze federt eine Art Klöppel, der bei der Rotation derselben sich an den Zähnen stösst, dadurch auf und abwärts bewegt wird und dabei eine Verbindung mit einer Batterie herstellt. Die Zähne der Walze, welche auf einem Kreisschnitt derselben liegen und welche bei der Umdrehung nach einander den Klöppel passiren, sind in drei Gruppen getheilt. Die erste Gruppe gibt die Stunden, die zweite die Zehntel von Minuten und die dritte die einzelnen Minuten. Der Klöppel ist gegenüber der Walze durch einen Contacthebel verstellbar. Nun sendet die elektrische Uhr jede Minute einen Stromimpuls durch den Elektromagnet und stösst dadurch den Klöppel auf einer Zahnstange vorwärts, so dass er vor eine andere Reihe von Zähnen zu liegen kommt. Der gleiche Stromimpuls löst einen durch eine elektrische Batterie betriebenen Motor aus, welcher die Walze einmal umdreht, wobei die gerade eingestellten Zähne vor dem Klöppel vorübergleiten und die drei Gruppen von Contacten herstellen. Der Klöppel ist an die Erdleitung sämmtlicher Abonnenten angeschlossen, welche auf das Zeitzeichen abonnirt haben. Eine schematische Darstellung der Verbindungen ist in Fig. 291 gegeben. H ist die Uhr, die jede Minute Contact macht und einen Strom nach dem Relais A sendet. Der Hebel wird angezogen und die Walze wird ausgelöst; zugleich legt sich eine an einer Feder am Ende des Ankers befestigte kleine Metallplatte C für einen Augenblick gegen die Schraube B und wiederholt diesen Contact mehrere Male in Folge der ihr durch den Stoss mitgetheilten Vibrationen. So oft zwischen B und C Contact gemacht wird, geht der Strom der Batterie P' über B, C, Anker L

Digitized by Google

und dann über G und V nach allen Abonnentenleitungen, die eine gemeinschaftliche Erdleitung haben. Dann hören alle Abonnenten, die in diesem Augenblick ihre Telephone an's Ohr halten, das summende Geräusch, das von einer Anzahl rascher Contacte zwischen B und C herrührt.

Die Bewegung des Ankers L und des Relais A setzt die Walze in Bewegung, deren Zähne den Anschlag des Klöppels T gegen das Contactstück S verursachen, und die Anzahl der Schläge entspricht den durch die Uhr H angezeigten Stunden und Minuten. Bei jedem Schlag des Klöppels wird zwischen S und T Contact gemacht und der Strom der Batterie P' durchläuft T, S, G, V und darnach sämmtliche

Fig. 291.



Leitungen. Jeder Contact ist nur von kurzer Dauer; ein bestimmter Ton wird in allen vom Haken genommenen Telephonen gehört und die Schläge des Klöppels lassen sich leicht zählen. Die National Time Regulating Co. in Boston, welche dieses System in Lowell, Mass., verwendet, berechnet 1 Dollar per Jahr.

In der Praxis hat sich ein Uebelstand ergeben, der darin bestand, dass eine grosse Anzahl der Abonnenten desselben Telephonnetzes die Zeitmittheilungen gratis erhielten, obgleich ihre Drähte nicht mit dem genannten Apparate in Verbindung standen.

Um Nichtabonnenten von diesem Vortheil auszuschliessen, wurde ein zweiter Klöppel R dem Apparate hinzugefügt, der ebenfalls Signale gibt, die zur Confusion des Abonnenten dienen. Zu diesem Zwecke wurden alle Leitungen S, S', S'' etc. von Nichtabonnenten nach ihrem

Digitized by Google

Durchgang durch den Klappenschrank vereinigt und mittelst der Batterie P'' mit dem „Confusions"-Klöppel R verbunden. Bei jedem Schlag des Klöppels wird ein dem gewöhnlichen Inductionsgeräusch ähnlicher Ton hervorgebracht.

Capitel XXVIII.

Verwendung des Telephons im Telegraphenbetrieb.

209. Das Verdienst, die ausserordentliche Wichtigkeit dieser Verwendung des Telephons zuerst erkannt zu haben, gebührt der Telegraphenverwaltung des Deutschen Reiches, und es gibt im gegenwärtigen Augenblicke mehr als 4000 Telegraphenstationen in Deutschland, welche sich des Telephons bedienen. Keine andere Korporation, weder privat noch öffentlich, kann sich einer ähnlichen Entwicklung der Telephonie in dieser Richtung rühmen. Die Befürchtungen, die sich Anfangs geltend machten, dass die Ausdehnung der Telephonie nothwendig die Telegraphie beeinträchtigen müsste, sind durch die innige Verschmelzung der beiden Betriebe vollständig beseitigt worden, und es hat sich in der That herausgestellt, dass sich die beiden gegenseitig ergänzen. Auf kürzere Distanzen gebührt dem Telephon der Vorrang, den ihm der Telegraph nicht abstreiten kann; sobald sich jedoch die Entfernungen vergrössern, vermindert sich die Nützlichkeit des Telephons und schliesslich ist es der Telegraph, der unbestritten seine Oberhoheit ausübt. Andrerseits kann das Telephon in Ergänzung des Telegraphen in solchen Localitäten Fuss fassen, die entweder zu beschränkten Umfanges oder zu arm sind, um eine eigentliche Telegraphenstation zu unterhalten. Die Einrichtung einer Telephonanstalt ist sehr einfach und durchaus nicht kostspielig, die Handhabung der Apparate erfordert keine lange Vorbereitung oder Uebung, und so lässt sich eine Telephonstelle unter viel günstigeren Bedingungen einrichten als eine Telegraphenstation.

In der Schweiz z. B., dem einzigen Lande, ausser Deutschland, wo sich obengenannte Verwendung eingebürgert hat, übernimmt eine Gemeinde, die mittelst des Telephons mit der nächstgelegenen Telegraphenstation in Verbindung treten will, die Hälfte der Constructionskosten der Linie. Ferner hat dieselbe ein geeignetes Local zu be-

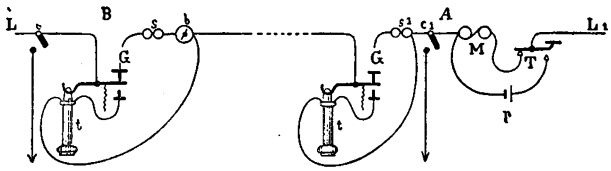
Digitized by Google

schaffen und dessen Heizung und Beleuchtung zu bestreiten, sowie auch die Beamten anzustellen und zu bezahlen. Alle übrigen Unkosten, die Anschaffung und Instandhaltung der Instrumente und der Leitung, sowie die Kosten der Vermittlungsstation, trägt die Centralverwaltung.

Die Verbindung einer Telephonlinie mit einer Telegraphenstation ist äusserst einfach und bedarf keiner besonderen Beschreibung. Das Telephon und der Telegraph sind unabhängig von einander; man hat die mündliche Botschaft nur auf Papier zu bringen und hat damit das Original für telegraphische Uebertragung und umgekehrt.

210. Manchmal bedarf es keiner speciellen Leitung für die Telephonstelle und dieselbe lässt sich mittelst des Telegraphendrahtes betreiben, namentlich wenn die Telephonstelle auf der Route des Telegraphendrahtes liegt und der Telephonbetrieb ein beschränkter ist.

Fig. 292.



Das in der Schweiz gebräuchliche Aufrufsystem (vgl. Capitel XVII) ermöglicht diese Einschaltung ohne viel Schwierigkeit, und wir geben in Fig. 292 eine schematische Darstellung einer solchen Einrichtung.

LL_1 ist die Telegraphenleitung, A die Telegraphenstation, mittelst deren die Mittheilungen von der Telephonstelle B an das Telegraphennetz übermittelt werden und umgekehrt. M ist der Morse-Apparat, T der Taster und p die Batterie. Der Fernsprechapparat jeder Station ist der Einfachheit halber durch das Telephon t dargestellt; c und c_1 sind Contacte, die mit der Erde in Verbindung stehen, G die Magnetos, s Wechselstromwecker, b das Galvanometer der Telephonstelle. Wird die Linie LL_1 zur Telegraphie benutzt, so wird die Erdverbindung bei c und c_1 unterbrochen und die Telegraphenströme gehen durch die Wecker s und s_1 hindurch, ohne dieselben, welche der Wechselströme bedürfen, in Thätigkeit zu setzen. Die Richtung der Telegraphenströme muss jedoch eine solche sein, dass die permanenten Magnete der Wecker dadurch verstärkt und nicht geschwächt werden. Die

Digitized by Google

Magnetos G sind, wie wohl bekannt, ausgeschaltet, wenn sie sich nicht in Thätigkeit befinden.

Will die Telephonstelle B ein Telegramm telephonisch nach A absenden, so muss sie sich zuerst versichern, ob die Nadel b sich im Ruhezustand befindet, d. h. ob die Leitung frei ist. Im bejahenden Falle stellt der Beamte bei c Contact her und läutet bei der Centralstelle B an. Die Wecker s und s_1 fangen an zu läuten, und die Telegraphenstationen rechts von B hören ein schwaches Ticken der Anker ihrer Morse-Empfänger. Der Beamte an der Station A stellt nun bei c_1 Verbindung mit der Erde her, antwortet mittelst des Magnetos, und nun kann das Gespräch beginnen ohne Gefahr einer Störung von Seiten der Telegraphenstationen. Während dieser ganzen Zeit kann man die Linie $L L_1$ links von L bis zur letzten Station, und rechts von L_1 bis nach A zum Telegraphiren benutzen.

Dieselbe Anordnung lässt sich auch benützen, wenn der Telegraphenbetrieb mittelst directer Ströme erfolgt.

211. Ein anderes System der Einschaltung von Telephonstellen in eine Telegraphenleitung hat Herr Zetsche[1]) vorgeschlagen. Wenn sich auf beiden Seiten der vermittelnden Telegraphenstationen Telephonstellen befinden, so muss man vor allen Dingen darauf bedacht sein, Ströme zu vermeiden, welche die magnetische Intensität des Telephons abschwächen könnten.

Fig. 293.

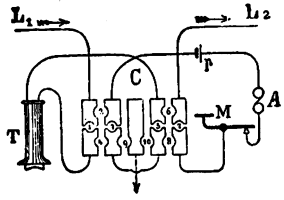


Fig. 293 stellt die zur Vermittlung zwischen den rechts und links in die Linie $L_1 L_2$ eingeschalteten Telephonstellen dienende Telegraphenstation dar. A ist der Morse-Apparat, M der Taster, p die Batterie, T der Fernsprechapparat, C ein Stöpselumschalter mit 5 Schienen, von denen 4 Stöpsellöcher in der Mitte besitzen. In der Regel sind die Stöpsel in die Löcher 1, 3, 5 und 7 eingesetzt, der Strom circulirt in der Richtung der Pfeile und verstärkt den Magnet in dem Fernsprechapparat. In dieser Stellung kann man das in die Leitung eingeschaltete Telephon nicht benützen. Will man nach einer zur Linken der Vermittlungsstation gelegenen Fernsprechstelle telephoniren, so braucht man nur in 9 oder 10 zu stöpseln. Die Linie L_2 ist dann unabhängig von L_1, und die Richtung des Stromes bleibt unverändert. In ähnlicher Weise stöpselt man in 2, 4, 6, 8 (und in 9 oder 10, um Verbindung mit der Erde herzustellen), wenn

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. V, p. 211.

Digitized by Google

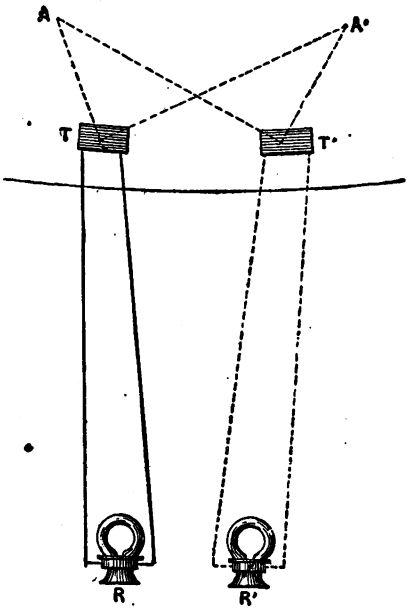
man nach einer rechts von der Vermittlungsstation gelegenen Fernsprechstelle telephoniren will. Auch in diesem Falle bleibt die Richtung des Stromes dieselbe. Ausserdem kann man durch Stöpseln in 2, 4, 5 und 7 oder blos in 2 und 7 das Telephon ausschalten.

Capitel XXIX.

Telephonische Musikübertragung.

212. Schon in der frühesten Zeit des Telephons wurde ein in Philadelphia gespieltes Klavierstück durch Elisha Gray's musikalisches Telephon nach New-York übertragen und seither sind viele derartige Versuche mit dem besten Erfolge gemacht worden.

Fig. 294.



Wir erwähnen hier einige dieser Uebertragungen, die zur Zeit grosses Aufsehen erregten. Hiezu gehören vor allen anderen die telephonischen Wiederholungen der Theatervorstellungen während der Pariser Ausstellung im Jahre 1881. Die Vorstellungen an der Oper, der Opéra comique und dem Théâtre Français wurden allabendlich nach dem Ausstellungsgebäude übertragen, und nicht nur hörte man die Stimmen der Sänger und Sängerinnen, die Arien, Chöre und das Orchester, sondern auch alle die verschiedenen Zwischenfälle einer Vorstellung — den Beifall und das Gelächter des Publikums, und in einigen Fällen sogar — horribile dictu — die Stimme des Souffleurs. Die Anordnungen zur Uebertragung der Opernvorstellung waren folgendermassen getroffen[1]):

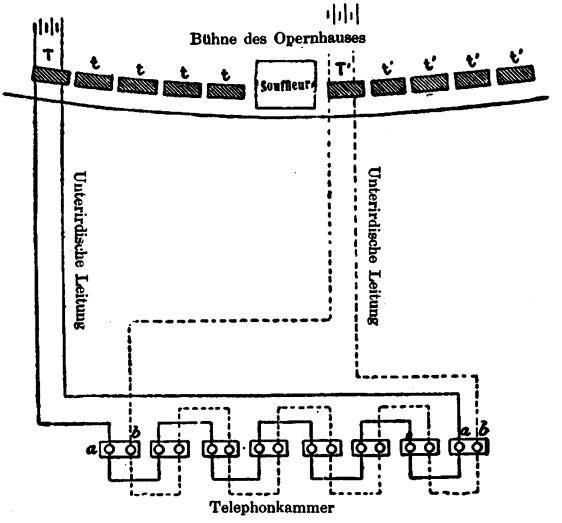
[1]) Du Moncel, La Lumière Électrique, vol. IV, p. 375.

Digitized by Google

213. Die Leitungsdrähte führten von der Ausstellung durch die Kloaken nach dem Opernhause, und dort wurden sie mit 10 auf beiden Seiten des Souffleurkastens aufgestellten Ader-Transmittern (§ 35) verbunden. Die in den Telephonkammern der Ausstellung angebrachten Empfänger waren gleichfalls Ader-Instrumente (§ 27), und die Batterien waren unterhalb der Bühne aufgestellt. Ein Umschalter mit ebenso viel Contactfedern, als Transmitter im Gebrauche waren, diente zum Ein- und Ausschalten der Batterien.

Die grösste Schwierigkeit bestand in der Anordnung der Transmitter, insofern als diese den Einzelgesang noch so übertragen mussten,

Fig. 295.



dass man die Stimme des Sängers oder der Sängerin deutlich über die Orchesterbegleitung heraushören konnte.

Diese Aufgabe hat Ader in folgender Weise gelöst: Angenommen zwei Mikrophon-Transmitter seien bei T und T_1 (Fig. 294) auf der Bühne aufgestellt und dieselben seien je durch zwei bestimmte Drähte mit den beiden Empfängern R und R_1 verbunden, die an beide Ohren gehalten werden, um den bei A befindlichen Sänger zu hören. Nun ist aber der Sänger weiter von T_1 als von T entfernt, seine Arie wird desshalb von dem Transmitter T deutlicher als von T_1 reproducirt und der Eindruck auf das linke Ohr wird dadurch ein stär-

Digitized by Google

kerer. Und ebenso wird das rechte Ohr einen stärkeren Eindruck empfangen, wenn der Sänger seine Stellung von A nach A_1 wechselt.

Nun befinden sich, wie schon oben erwähnt, auf jeder Seite des Souffleurkastens, der Rampe entlang, 5 Transmitter. Ein jeder dieser Transmitter hat seinen besonderen Stromkreis und folglich sein eigenes unterirdisches Kabel. Beim Eintritt in die Telephonkammer führen diese Kabel je zu 8 Empfängern und aus der Fig. 295, welche die Anordnung der Stromkreise für 2 Transmitter zeigt, ist ersichtlich, dass von den beiden dem Hörer zur Verfügung stehenden Empfängern a und b der linke a mit den Transmittern links, und der rechte b mit den Transmittern rechts vom Souffleurkasten in Verbindung steht. Die Telephone jeder Abtheilung sind hinter einander in denselben Stromkreis eingeschaltet. In Folge dieser Einrichtung gleichen sich die Wirkungen auf die beiden Ohren des Hörers aus, und die Reproduction ist eine äusserst deutliche.

Solche Uebertragungen sind seither auf allen elektrischen Ausstellungen, in München, Wien und London wiederholt worden.

Capitel XXX.

Verwendung des Telephons für ärztliche Zwecke.

Ein Instrument von solch ausserordentlicher Empfindlichkeit wie das Telephon musste nothwendigerweise Verwendung in der Heilkunde, und besonders in der Physiologie, finden. Der erste Apparat dieser Art war

Ducretet's stethoscopisches Mikrophon.

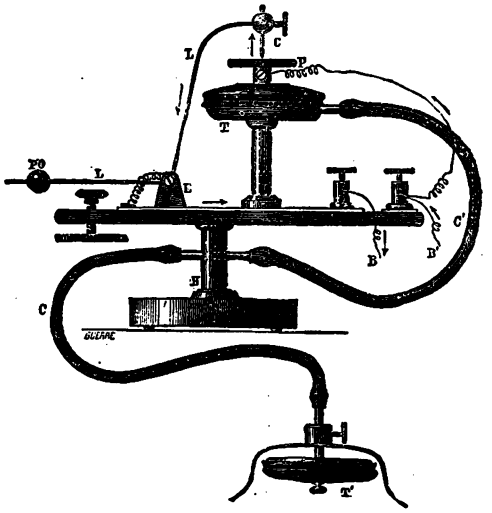
214. Mittelst dieses Instrumentes kann der Beobachter auf mehreren Telephonen zu gleicher Zeit den schwächsten Puls- oder Herzschlag hören. Zwei sogenannte Marcy-Trommeln T und T' (Fig. 296) sind mit dem Mikrophon verbunden. Die Trommel T überträgt mittelst der Guttaperchaverbindungsröhre die leiseste Bewegung auf die Trommel T' und durch letztere auf das Mikrophon. Dieses ist mit dem Hebel L verbunden, dessen Empfindlichkeit durch das Gegengewicht P O regulirt wird. Das Mikrophon endet in einem Stäbchen von Retortenkohle oder Graphit C, das gegen eine an der Trommel T befestigte Platte p von gleichem Material anliegt. Das Ganze bildet einen vollständigen Stromkreis, der eine Batterie von 1—3 Leclanché und die Hörtelephone enthält.

Digitized by Google

Die Verwendung des Boudet'schen Mikrophons in der Heilkunde.

215. An dem einen Ende einer 5 cm langen und 2 cm weiten Platte von Hartgummi L (Fig. 297), welche eine runde Oeffnung in der Mitte hat, ist ein 3 cm langer verticaler Stab A angebracht, an welcher ein kleiner kupferner Wagen I mittelst einer Schraube V auf- und abwärts geschoben werden kann. Ein Kohlencylinder D von $1^1/_2$ cm Länge und 5 mm Dicke ist an einer Querachse zwischen den Pfosten des Wagens aufgehängt und wird mittelst der Stell-

Fig. 296.



schraube C regulirt. Eine kleine Horizontalfeder E, deren eines Ende an der entgegengesetzten Seite der Hartgummiplatte befestigt ist, liegt mit ihrem freien, mit einer Kohlenpastille H versehenen Ende gegen den Kohlencylinder an. Schliesslich ist unterhalb der ersteren Feder und parallel mit derselben eine weitere, mit einem Sondirknopf K versehene Feder F angebracht, welche durch die Oeffnung in der Mitte der Gummiplatte hindurchgeht.

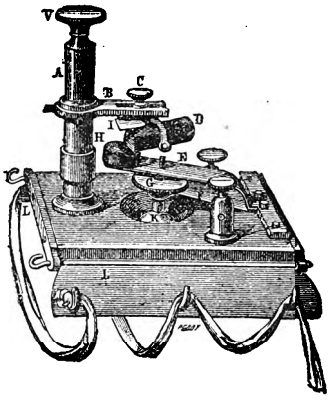
Der geringste Druck auf den Knopf wird durch die Federn F und E auf die beiden Kohlencontacte übertragen und bewirkt eine Variation in der Stärke des durch dieselben circulirenden Stromes und diese Variationen machen sich im Telephon des Beobachters geltend. Die grosse

Digitized by Google

Beweglichkeit der Kohlencontactstücke erklärt die ausserordentliche Empfindlichkeit dieses Mikrophons. Es ist jedoch bei diesen Versuchen nöthig, dass man von Anfang an einen Druck von einer gewissen Stärke habe und dies erreicht man theilweise dadurch, dass man mittelst der Regulirschraube C die beiden Kohlencontacte mehr oder weniger dicht an einander schraubt. Allein dies ist nicht genügend; wenn man einen raschen Puls fühlt, so würden die den Federn mitgetheilten Bewegungen den oberen Kohlencontact plötzlich in die Höhe heben und dadurch eine Stromunterbrechung herbeiführen.

Um diesem Uebelstande vorzubeugen, legt Boudet oberhalb eines Endes des schwingenden Cylinders ein kleines, V-förmig gebogenes Stückchen Papier in den Wagen, das sich wie eine Feder verhält. Legt man den so construirten Apparat an eine Ader an, so zeigt er alle Geräusche im Innern dieses Gefässes an, und mit ein wenig Uebung kann der Beobachter leicht Verschiedenheiten im Athmungsgeräusch etc. unterscheiden. Der Pulsschlag ist äusserst stark markirt, mit einem Worte, man hört diejenigen Bewegungen, welche der Sphygmograph graphisch verzeichnet. Beim Anlegen an einen Muskel wird der Apparat ein ausgezeichnetes Myophon. Er zeigt das normale Muskelgeräusch an, und wenn Zusammenziehung der Muskeln stattfindet, hört man das characteristische, dumpfrollende Geräusch auf's Deutlichste.

Fig. 297.



216. Dr. Boudet hat eine Anzahl der sinnreichsten Apparate construirt, die im Jahre 1883 in Wien ausgestellt waren und die sich alle des Telephons zu physiologischen Untersuchungen bedienen.

Der Myograph, ein Instrument zur Messung der nervösen Erregbarkeit, besteht aus einer Sonde, die an dem unteren Theil des Armmuskels angebracht wird, und einer leichtgekrümmten Bandage, die an dem oberen Theile des Muskels befestigt ist. Die Sonde sowohl als die Bandage sind mit einer Inductionsspule verbunden, die mit einem Rheostat versehen ist, und die Sonde ist ausserdem noch mit einem Registrirungsapparat in Verbindung. Letzterer ist ein mit angerauchtem Papier umkleideter Cylinder, der durch ein Uhrwerk

Digitized by Google

getrieben wird. Die Differenzen in der nervösen Erregbarkeit zwischen den beiden Theilen des Armes werden auf dem geschwärzten Papier in Form einer unregelmässigen Kurve aufgezeichnet. Wenn nun ein gewisser Widerstand in den Stromkreis eingeschaltet wird, so verschwindet diese Unregelmässigkeit, und je mehr Widerstand eingeschaltet werden muss, um eine gleichförmige Aufzeichnung zu erhalten, um so grösser ist die nervöse Erregbarkeit; eine directe Messung der letzteren ergibt sich sonach aus der Menge des eingeschalteten Widerstandes.

Statt des Registrirungsapparates lässt sich diese Messung ausführen, indem man ein Telephon in den Stromkreis einschaltet; je mehr künstlichen Widerstand man einschalten muss, um das Telephon zum Schweigen zu bringen, um so grösser ist die nervöse Erregbarkeit.

Ein weiterer Apparat zur Messung der Gehörschärfe ist äusserst kunstreich und interessant. Derselbe besteht aus einer elektrischen Stimmgabel und zwei Saiten, die unter sich und mit der Stimmgabel gleich gestimmt und sowohl unter sich als auch mit einem Bunsenschen Becher elektrisch verbunden sind. Im gleichen Stromkreise befindet sich auch eine Inductionsspule mit Rheostat und ein Mikrophon mit einem gewöhnlichen Bell-Empfänger. Wenn die Stimmgabel und die beiden Saiten im Gleichklange schwingen, so kann man durch Einschalten eines gewissen Widerstandes das Telephon zum Schweigen bringen. Sobald man jedoch eine der Saiten so spannt, dass sie ihre Schwingungen im geringsten verändert, so lässt sich ein Geräusch im Telephon hören, und dieses Geräusch ist um so stärker, je bedeutender die Variation im Ton der Saite ist. Um das Telephon zum Schweigen zu bringen, muss nun eine weitere Menge Widerstand eingeschaltet werden, und folglich, je mehr Widerstand der individuelle Beobachter in den Stromkreis einzuschalten hat, um ein Geräusch im Telephon zu hören, um so schärfer ist sein Gehör. Auch hier ergibt sich aus der Menge des eingeschalteten Widerstands eine directe Messung der Gehörschärfe.

Capitel XXXI.

Hughes' Inductionswage.

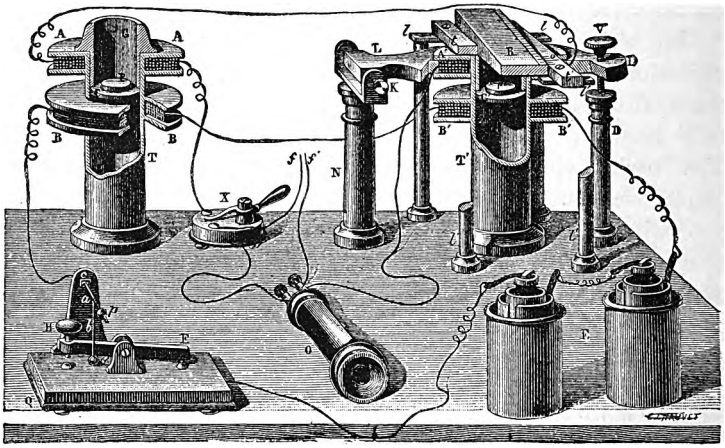
217. Dieser, in Fig. 298 dargestellte Apparat besteht aus zwei Röhren TT', deren jede mit einer doppelten Inductionsrolle AB, A'B' versehen ist. Letztere entsprechen zwei bestimmten Stromkreisen, in

Digitized by Google

welche einerseits ein Strombrecher (zwischen den Spulen BB') und andererseits ein Telephon eingeschaltet ist, das sich mittelst des Umschalters X durch ein Sonometer ersetzen lässt. Eines der Systeme hat einen oscillirenden Hebel L, um die Distanz zwischen den Spulen A' und B' zu reguliren und auf diese Art zwei gleiche Inductionseffecte zu erlangen.

Werden demnach die Stromkreise so angeordnet, dass die in den Spulen AA' inducirten Ströme entgegengesetzter Richtung sind, so geben die bei P hervorgebrachten Stromunterbrechungen keinen Ton im Telephon O; wird jedoch ein Stückchen Metall nach P ge-

Fig. 298.



bracht, so äussert sich die dadurch hervorgebrachte Inductionswirkung im Telephon.

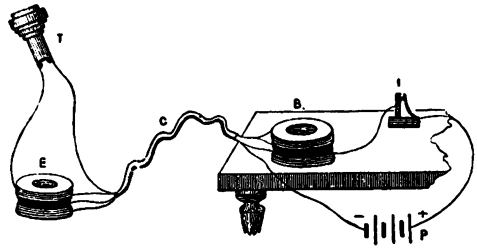
Angenommen nun, das Metallstück befinde sich oberhalb A anstatt P, so wird man in diesem Falle eine ähnliche, aber viel schwächere Wirkung erhalten, und die Entfernung, in welcher das Metallstück angebracht wurde, lässt sich leicht bestimmen, indem man oberhalb der Spulen A'B' ein ähnliches Metallstück so lange auf- und niederbewegt, bis das Telephon zum Schweigen gebracht wird. Liegen die beiden Metallstücke genau in der Achse der Röhren TT', so ist deren Entfernung von den Spulen A und A' die gleiche und es ist genügend, die eine zu messen, um auch die andere zu kennen.

218. Aus obiger Erklärung ergibt sich die Anordnung des Apparates, wenn es sich z. B. darum handelt, die Lage einer Kugel zu finden,

Digitized by Google

die in den menschlichen Körper eingedrungen ist. Zu diesem Zwecke muss das System A B beweglich gemacht werden, die Röhren haben in der Höhe der Inductionsrolle einen Einschnitt, und die Leitungsdrähte werden in ein biegsames Kabel zusammengewunden (Fig. 299). Die Rollen A' B' müssen jedoch die umgekehrte Lage haben wie die entsprechenden Rollen des festen Systems, da die Wirkung im verkehrten Sinne nach oben stattfindet, wenn der Patient eine horizontale Lage einnimmt. In der Fig. 299 ist E das bewegliche Rollenpaar, das der Operateur in der Hand hält und womit er seine Untersuchung anstellt; B ist das System, das auf einem Tische befestigt ist, auf dem sich der Stromunterbrecher I der Batterie P befindet; C ist das die beiden Stromkreise verbindende Kabel und T das Telephon, das der Operateur während der ganzen Dauer der Operation an's Ohr halten muss.

Fig. 299.



So lange die Sondirrollen sich nicht in der Nähe der Kugel befinden, hört man kein Geräusch im Telephon, so bald sie jedoch in die Nähe der Kugel gelangen, gibt das Telephon ein Warnungszeichen und das Geräusch nimmt zu, bis die Kugel in der Achse der Röhre des Systems liegt.

Die Richtung des Punktes, an dem sich die Kugel befindet, wird durch eine grössere oder kleinere Anzahl von Versuchen bestimmt. Um die wirkliche Lage zu bestimmen, befolgt man das für die beiden Metallstücke oben angegebene Verfahren. Eine Kugel von demselben Kaliber wie die im Körper des Patienten befindliche, wird oben in die Röhre des festen Systems gelegt und wird von der oberen Rolle entfernt, oder derselben genähert, bis das Telephon zum Schweigen gebracht wird. Die Distanz der Probekugel zeigt an, wie tief die Kugel im Körper des Patienten begraben ist.

Man wird sich wohl erinnern, dass dieses Instrument bei Behandlung der Wunde des verstorbenen Präsidenten Garfield Verwendung fand.

Digitized by Google

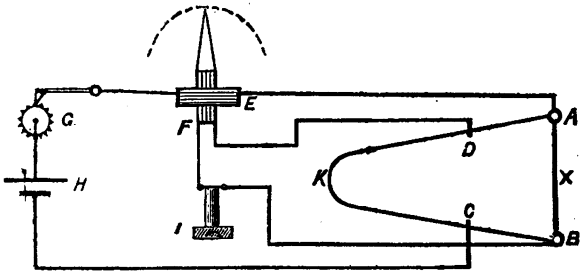
Eine äusserst interessante praktische Anwendung des Princips der Inductionswage hat Professor Hughes in seinen neuesten Versuchen über die „Selfinduction eines elektrischen Stromes mit Beziehung auf die Beschaffenheit und Form des Leiters“ [1]) gemacht.

Das Instrument ist eine Combination der Inductionswage mit einer Wheatstonebrücke. Es empfing den Namen

Inductionsbrücke.

219. Der Widerstand des Drahtes wird durch die Brücke gemessen und ins Gleichgewicht gebracht; die inducirten oder Extraströme werden gemessen und auf Null reducirt durch einen gleichen Strom entgegengesetzter Richtung von der Inductionswage.

Fig. 300.



Die schematische Fig. 300 zeigt die elektrischen Verbindungen. Die Brücke besteht aus einem Neusilberdraht (0.25 mm dick, 1 m lang und 4 Ohm Widerstand), der von A nach K läuft und nach B zurückkehrt. Der Draht ist zwischen zwei bei K gegliederten hölzernen Armen gespannt, und in Folge dieser Anordnung lassen sich die beiden Endklemmen A B in die gewünschte Entfernung von einander bringen. Der zu prüfende Draht X wird zwischen A und B gespannt und vervollständigt den Stromkreis der Brücke.

A ist mit der primären Drahtrolle des Sonometers E verbunden und durch dieselbe mit der Feder des Rheotoms Q, welches seinerseits mit der Batterie H und von da mit der Brücke bei C in Verbindung steht. Der Draht geht über B und das Telephon I nach der secundären Drahtrolle F und zurück nach D.

Bei der Construction der Brücke muss man inducirte oder Extra-

[1]) Journal of the Society of Telegraph Engineers, vol. XV, Nr. 60.

Digitized by Google

ströme sorgfältig vermeiden und kann desshalb keine Widerstandsrollen anwenden. Der Widerstand des Drahtes X wird durch das Verrücken der Verbindungen D und C ins Gleichgewicht gebracht. Es ist klar, dass, wenn alle Arme dieser Brücke gleichen Widerstand und gleiche inductive Capacität besitzen, kein Geräusch im Telephon entsteht; ist jedoch die inductive Capacität von AB stärker oder schwächer, so können wir wohl den Widerstand desselben, aber nicht seine Induction ins Gleichgewicht bringen, da wir dann einen schwächeren oder stärkeren Ton im Telephon erhalten, der von den Extraströmen im Arm AB herrührt. Diese lassen sich durch Einführung eines gleichwerthigen aber entgegengesetzten inducirten Stromes in den Stromkreis des Telephons ausgleichen. Dieser inducirte Strom geht von der secundären Rolle des Sonometers F aus, und der Winkel, um den sich diese Rolle drehen muss, um Stillschweigen im Telephon hervorzubringen, gibt das Mass des Extrastromes in dem Arm AB. Das Inductionssonometer besteht aus zwei Rollen, von denen die eine, kleinere, sich frei innerhalb der äusseren drehen kann. Die äussere Rolle ist stationär, die innere dreht sich um eine Achse mittelst eines 20 cm langen Zeigers, dessen Spitze sich über einem Zifferblatt bewegt.

So oft die Achse der inneren Rolle senkrecht zur äusseren Rolle steht, findet keine Induction statt und wir erhalten einen vollkommenen Ruhepunkt; dreht man die innere Rolle um einen gewissen Winkel, so erhalten wir einen diesem Winkel proportionalen Strom und zwar in der Drehungsrichtung. Der Werth des Inductionsstromes für jeden Sonometergrad war $^1/_{2500}$ des Primärstromes, welcher durch den zu prüfenden Draht floss: letzterer liess sich nach Belieben von 0.001 auf 0.250 Ampère bringen. Ausserdem ist der Apparat mit einem in der Figur nicht angedeuteten Umschalter versehen, mittelst dessen der Strombrecher in den Telephonstromkreis eingeschaltet und der Batteriestrom zwischen H und A geschlossen wird: die Prüfungsmethode ist dann die übliche, ausserdem dass ein Telephon anstatt eines Galvanometers verwendet wird. Zu ähnlichen Untersuchungen eignet sich das Galvanometer desshalb nicht, da es zu langsam in seinen Wirkungen ist; das Telephon hingegen ist äusserst empfindlich und rasch in seiner Wirkung.

Digitized by Google

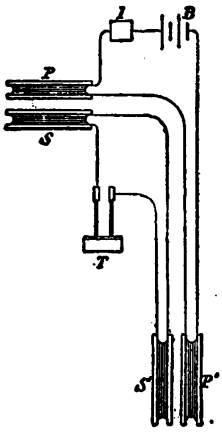
Capitel XXXII.

Verwendung des Telephons zu Tauchervorrichtungen und zum Auffinden von Torpedos.

220. Nach dem Princip der Hughes'schen Inductionswage hat Capitän Mac Evoy einen Apparat zum Auffinden von Torpedos, versunkenen eisernen Schiffsrümpfen, Kabeln, Ankern u. s. w. construirt.

Das Princip des Apparates ist in Fig. 301 dargestellt; PS und P′S′ sind zwei Paare durch isolirte Drähte verbundener Drahtrollen. Die Rollen P und P′ sind mittelst einer Batterie B und eines Strombrechers I verbunden und bilden den primären Stromkreis der Inductionswage. Die Rollen S und S′ sind durch das Telephon T verbunden und bilden den secundären Stromkreis, Der Strombrecher I wird entweder mit der Hand oder automatisch in dauernde Thätigkeit gesetzt. So oft der primäre Stromkreis durch dasselbe geschlossen wird, durchläuft ein Strom die primären Rollen P und P′ und inducirt einen entsprechenden Strom in den secundären Rollen S, S′. Dieser Strom ist natürlich in dem Telephon hörbar; wechselt man jedoch eine der secundären Rollen, z. B. S′, so wirkt der durch die primäre Rolle P′ in der Rolle S′ erzeugte Strom dem durch die zweite primäre Rolle P in S erzeugten inducirten Strome entgegen, die beiden Ströme heben sich gegenseitig auf, und das Telephon schweigt. Es lässt sich in anderen Worten eine vollständige Ausgleichung zwischen den beiden inducirten Strömen erzielen.

Fig. 301.



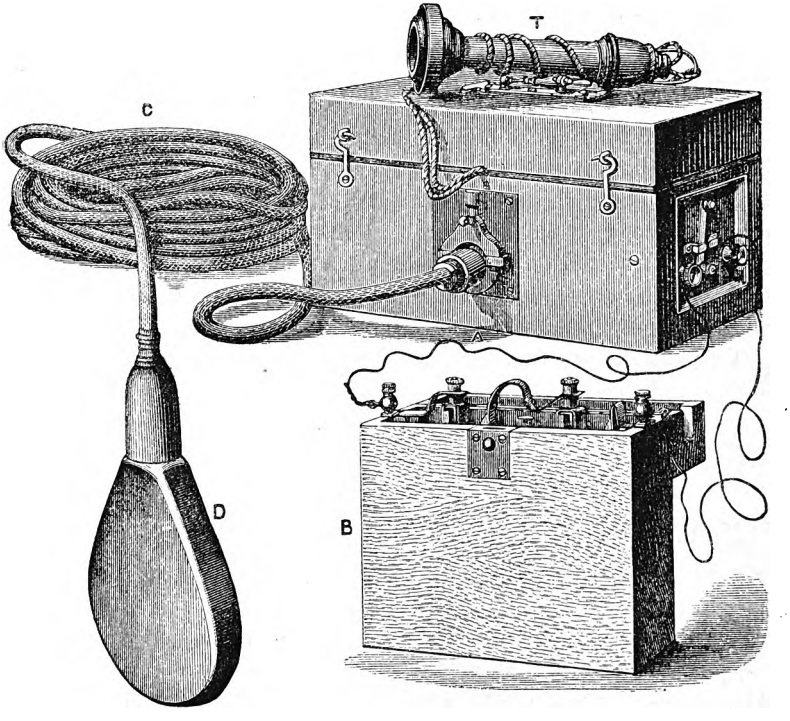
Dies lässt sich dadurch erreichen, dass man die sämmtlichen vier Rollen vollständig einander gleich macht und die secundäre S gleich weit von P anbringt wie S′ von P′. Um Stillschweigen im Telephon zu erhalten, kann man schliesslich die Distanz zwischen der secundären und primären ändern, oder man kann auch, wie Hughes in seiner Inductionswage, ein Metallstückchen in der Nähe des einen Rollenpaares anbringen. Um mittelst dieser Vorrichtung Metallkörper aufzufinden, braucht man blos in der Gegend, wo man solche vermuthet, das Rollenpaar S′P′ hin und her zu bewegen. Gerathen diese Rollen in die Nähe eines Metallkörpers, so wird das bestehende Gleichgewicht

Digitized by Google

durch Induction gestört, und das Telephon, das bis dahin geschwiegen hatte, gibt deutliche Töne von sich.

221. In Fig. 302, die den Apparat selbst darstellt, ist A eine tragbare Kiste, welche die Rollen P S und den Strombrecher I der Fig. 301 enthält; B ist eine Batterie von zwei Elementen, die sich auch durch eine kleine Wechselstrommaschine ersetzen lässt, T ist das Telephon im secundären Stromkreis; C ist ein isolirtes Kabel zur Verbindung der

Fig. 302.



beiden Rollenpaare und D das Gehäuse, das die zur Erforschung dienenden Rollen P' S' der Fig. 301 enthält. Die Rollen P S innerhalb der Kiste A sind durch eine Lage von Guttapercha getrennt, und eine Elfenbeinschraube geht durch beide Rollen und die Zwischenlage hindurch. Mittelst dieser Schraube werden die beiden Rollen näher an einander gebracht oder weiter von einander entfernt, die Inductionseffecte ausgeglichen und das Telephon zum Stillschweigen, oder, wie es der Erfinder vorzieht, nahezu zum Stillschweigen gebracht.

Digitized by Google

Wenn nämlich dem Ohre ein schwacher Ton gewissermassen als Führung geboten wird, so macht sich ein Zuwachs an Stärke in Folge der Annäherung des Gehäuses D an einen Metallkörper leichter bemerkbar.

Der Strombrecher besteht aus einer kleinen eisernen Zunge, die durch einen kleinen Hufeisenmagnet in Schwingung erhalten wird und, indem sie eine gewisse Anzahl von Stromunterbrechungen per Sekunde hervorbringt, eine im Telephon unverkennbare Note erzeugt. Mittelst des am Ende der Kiste angebrachten Umschalters lässt sich der Strombrecher zu jeder Zeit ein- oder ausschalten. Die Batterie besteht aus zwei in ein Kästchen eingeschlossenen Leclanché-Elementen; eine kleine elektromagnetische Maschine ist auch als Ersatz für die Batterie vorhanden. Das Telephon ist der gewöhnliche Bell-Empfänger und dasselbe, sowie auch das Magneto sind in der Kiste enthalten. Das sorgfältig isolirte Kabel C wird in eine Hülse an der Kiste eingesetzt und dadurch die Verbindung zwischen den beiden Rollenpaaren augenblicklich hergestellt. Das Gehäuse D ist von Holz, das mit geschmolzenem Paraffin getränkt wird; es ist wasserdicht und enthält die beiden Sondirrollen. Es wird mittelst des Kabels C ins Wasser versenkt, und wenn es dort in die Nähe eines Metallkörpers gelangt, so wird das elektrische Gleichgewicht gestört, und man hört im Telephon ein lautes und deutliches Geräusch.

Capitel XXXIII.

Verwendung des Telephons zur Ermittlung von Fehlern in elektrischen Kabeln[1]).

222. Die Ermittlung von Fehlern in unterirdischen oder unterseeischen Kabeln erfordert grosse Uebung und bedeutende Fachkenntnisse, und in manchen Fällen lässt sich die genaue Localität des Fehlers gar nicht mit absoluter Bestimmtheit ermitteln. So ist es z. B. schwierig, den Fehler in einem unterirdischen Kabel auf weniger als ein Hundertstel der Länge des Kabels annähernd zu bestimmen; so dass es in diesem Falle nöthig ist, wenn z. B. die Länge des Kabels ein Kilometer beträgt, einen Graben von etwa 10 Meter anzulegen. Die Messungen sind noch schwieriger und die Resultate noch ungenauer, wenn die Kabel, wie solches bei den elektrischen Beleuchtungskabeln der Fall

[1]) La Lumière Électrique, vol. XIX, p. 408.

Digitized by Google

ist, einen bedeutenden Querschnitt haben. Unter diesen Umständen kann man den Fehler nur dadurch ermitteln, dass man der ganzen Leitungslinie entlang eine grosse Anzahl von Oeffnungen anbringt, um einzelne Abtheilungen des Kabels zu prüfen.

Mons. Eric Gérard bedient sich zu diesem Zwecke der telephonischen Induction. Wie schon oft erklärt, entstehen diese Inductionseffecte, wenn die Telephonleitung sich in der Nähe einer anderen, von intermittirenden Strömen durchflossenen Leitung befindet, und sind diese Effecte eines der Haupthindernisse des Telephonverkehrs.

Diese an und für sich schädlichen Effecte macht Eric Gérard auf die folgende Weise nutzbar:

Eines der Kabelenden wurde isolirt, durch das andere Ende wurde ein Strom gesendet, der von einer mit einem Pole an der Erde liegenden Batterie ausging und mittelst eines Strombrechers periodisch unterbrochen wurde. Der die Prüfung anstellende Ingenieur geht vom Strombrecher aus und folgt der Linie des Kabels, indem er mit der einen Hand eine Inductionsrolle so festhält, dass deren weicher Eisenkern mit der Richtung des Kabels parallel bleibt, während er mit der anderen Hand ein mit den Drahtwindungen der Rolle verbundenes Telephon an's Ohr hält. Die intermittirenden, das Kabel zwischen der Batterie und der fehlerhaften Abtheilung durchlaufenden Ströme erzeugen in der Rolle Inductionseffecte, die deutlich im Telephon gehört werden. In dem Augenblicke, da diese Abtheilung erreicht wurde, hörte das Geräusch plötzlich auf, und der Fehler liess sich auf diese Weise äusserst rasch und genau bestimmen.

Der zur Verwendung kommende Strombrecher war ein Uhrwerk, dessen Metallkörper mit dem Kabel in Verbindung stand; ein mit der Batterie verbundener elastischer Streifen griff in die Zähne eines der Zahnräder ein und erzeugte die nöthigen Unterbrechungen. Der Widerstand der zum Versuche gebrauchten Telephone schwankte zwischen 100 und 200 Ohm. Der weiche Eisenkern der Inductionsrolle bestand aus einem Bündel ausgeglühten, isolirten Eisendrahts. Die Rolle muss möglichst zahlreiche Windungen haben und dieselbe muss einen den benutzten Telephonen entsprechenden Widerstand besitzen. Der primäre Durchschnittsstrom wurde in einem aperiodischen Galvanometer beobachtet.

Digitized by Google

Capitel XXXIV.

Verwendung des Telephons zu militärischen Zwecken [1]).

223. Wenn wir die Bedingungen, unter welchen das Telephon im Felde zu benutzen wäre, näher in's Auge fassen, so ergeben sich verschiedene Einwendungen gegen die Verwendung des Instrumentes zu seinem legitimen Zwecke, nämlich zur Sprachübertragung.

Es ist selbstverständlich von der höchsten Wichtigkeit, dass einer Armee die Mittel einer raschen Verständigung zwischen den verschiedenen Abtheilungen, Vorposten, Nachtrab u. s. w. zu Gebote stehen; andererseits muss aber in der Uebersendung der Befehle und Mittheilungen jeder Art die Möglichkeit eines Irrthums vollständig ausgeschlossen sein, da selbst ein unbedeutender Irrthum die schlimmsten Folgen nach sich ziehen könnte und so die Vortheile einer raschen Verständigung vollständig überwiegen würde.

Es ist eine Regel, von der niemals abgewichen wird, dass alle wichtigen Armeebefehle schriftlich ausgefertigt werden, und es liessen sich zahlreiche Beispiele anführen, in denen die irrthümliche Auffassung eines mündlichen Befehles von den traurigsten Folgen begleitet war.

Nun ist aber die Möglichkeit eines Irrthums bei einer durch das Telephon übertragenen Ordre noch viel grösser, als wenn eine solche von einem Officier dem anderen ertheilt wird, denn dieselbe geht gewöhnlich durch die Hände zweier Gehülfen, die kein Verständniss von deren Bedeutung und Tragweite haben, und wird ferner durch einen Mechanismus befördert, der, obgleich ein wahrer Triumph menschlicher Erfindungsgabe, dennoch der Stimme selbst an Deutlichkeit bei weitem nachsteht.

Den Meisten, die sich des Telephons regelmässig bedienen, sind Beispiele von ungenauer Uebertragung telephonischer Botschaften bekannt, und wenn dies unter gewöhnlichen Umständen schon vorkommen kann, um wie viel mehr müssen sich die Schwierigkeiten im Felde noch erhöhen! Es ist schwer zu entscheiden, ob das Donnern der Kanonen und das Geknatter der Gewehre am Absendungs- oder Empfangsorte einen peinlicheren Eindruck hervorbringen würde —

[1]) Nach einem Originalbeitrag des Capitän Cardew, R. E.

Digitized by Google

jedenfalls würde das Telephon diese Geräusche nur zu getreu reproduciren.

Hiezu kommt noch die Unmöglichkeit der Geheimhaltung, welche den Gebrauch des Telephons zur Uebertragung wichtiger Befehle oder zum Verkehr mit den Vorposten ausschliesst.

224. Obgleich sich nun das Telephon im Allgemeinen nicht zur Uebertragung militärischer Botschaften eignet, so hat es doch seine eigene Sphäre der Nützlichkeit.

In ständigen Lagern und sogar in Feldlagern, die sich nicht in unmittelbarer Nähe des Feindes befinden, sind mannigfache Gelegenheiten zur Verwendung des Telephons geboten.

Zur Besorgung der alltäglichen Geschäfte, zur Bekanntmachung von Ordres, zu Requisitionen etc. eignet sich dasselbe vortrefflich. Derlei Mittheilungen sind in einem grossen Lager äusserst zahlreich und erfordern, wo kein Telephon zu Gebote steht, die beständige Verwendung einer grossen Zahl von Ordonnanzen und bedingen ausserdem viel Zeitverlust, selbst wenn es sich um die Beantwortung einer einfachen Frage handelt, so z. B. wie viel Rationen für ein gewisses Regiment erforderlich sind.

In England geht man mit dem Gedanken um, eine regelmässige Centralstelle unter der Leitung des Telegraphenbataillons des Ingenieurcorps einzurichten. Jedes Corps und jedes Departement bekommt seine eigenen Instrumente und genügenden Leitungsdraht und ist für die Errichtung seiner eigenen Leitung verantwortlich. Auf diese Art kann das System beinahe gleichzeitig mit dem Aufschlagen der Zelte in Betrieb gesetzt werden.

Am besten jedoch für militärische Zwecke hat sich das Telephon als telegraphischer Zeichengeber bewährt.

Anfänglich wurde das Telephon zur Aufnahme von Strömen benützt, die auf dem gewöhnlichen Wege durch einen Morse-Taster gesendet wurden; hierin jedoch ergaben sich Schwierigkeiten, denn die durch die Schliessung und Oeffnung des Stromkreises hervorgebrachten Töne waren einander so ähnlich, dass die Gehülfen die Signale beständig verwechselten, und ausserdem traten Störungen durch Induction auf, wenn noch andere Morse-Signale über eine benachbarte Leitung entsendet wurden. Diesem Uebelstande wurde abgeholfen, indem man sich pulsatorischer Ströme (vgl. § 9) bediente, und auf diese Art musikalische Signale im Telephon hervorbrachte, die sich weder verwechseln liessen noch durch Induction beeinflusst wurden. Ausserdem wurde grössere Empfindlichkeit mit weniger Stromaufwand erzielt.

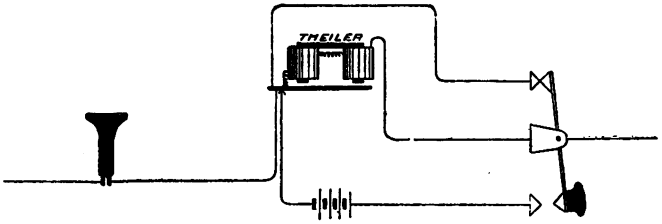
Digitized by Google

225. Dieses System wurde in England im Jahr 1881 praktisch ausgeführt.

Das damals eingeführte Verfahren ist in Fig. 303 dargestellt und unterscheidet sich von der neuesten, in Fig. 304 skizzirten Methode nur sehr wenig.

Der Strom einiger Elemente durchläuft die Spulen eines in eine Nebenleitung der Hauptlinie eingeschalteten Elektromagnets; dieser zieht einen an einer Feder befestigten Anker an, und hiedurch wird der Stromkreis der Batterie unterbrochen. Sobald der Elektromagnet den Anker loslässt, wird der Stromkreis wieder geschlossen, und so werden durch das abwechselnde Anziehen und Abfallen des Ankers rasch aufeinanderfolgende Stromunterbrechungen hervorgebracht, die den gewöhnlichen Batteriestrom in einen pulsatorischen verwandeln, der im Stande ist eine musikalische Note im Telephon zu erzeugen.

Fig. 303.



Eine Vorrichtung der genannten Art wird an der Sendestelle aufgestellt, und die Signale werden mittelst eines gewöhnlichen Morse-Tasters gegeben. Das Telephon an der Empfangsstelle ist in die Leitung eingeschaltet, und zwar nicht in den Rückencontact des Morse-Tasters (die gewöhnliche Schaltung für Morse-Signale), aus dem Grunde, dass das Telephon an der Sendestelle den Dienst eines gewöhnlichen Galvanometers versieht und den Gehülfen benachrichtigt, dass seine Signale zur Linie gehen.

Es ist ein grosser Vortheil dieses Systems, dass in Folge des geringen Widerstands des Elektromagnet-Transmitters (nur 10 Ohm) der Strom gewissermaassen von dem Zustande der Leitung unabhängig ist. Man kann desshalb Signale noch durch gebrochene Drähte senden, und sogar durch Drähte, die ihrem ganzen Laufe nach mit der Erde in Verbindung stehen. In letzterem Falle muss natürlich der zur Leitung gehende Strom bedeutend verstärkt werden und die Batterie muss darunter leiden. Ferner ist zu bemerken, dass die „Extraströme" im Transmitter die zur Linie gehenden Signale verstärken.

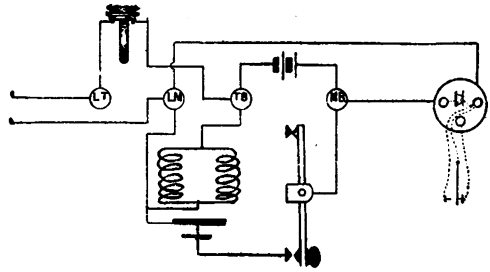
Digitized by Google

226. In dem neuesten, in Fig. 298 dargestellten Systeme ist den oben beschriebenen Apparaten noch ein Mikrophon beigefügt, so dass man nach Belieben entweder Morse-Signale senden oder ein wirkliches Gespräch führen kann. In letzterem Falle dient der Elektromagnet als Inductionsrolle und das Mikrophon wird durch eine automatische Vorrichtung eingeschaltet, wenn man das Instrument in die Hand nimmt.

Alle durch die Gehülfen beförderten Botschaften müssen mittelst des Morse-Tasters gesendet werden; der Sprechverkehr ist ausschliesslich für die Offiziere vorbehalten.

Dieses System ist mit dem besten Erfolge in den verschiedenen ägyptischen Feldzügen und auch bei der Expedition im Betschuanenland verwendet worden; es ist nunmehr dauernd bei den ägyptischen Telegraphen eingeführt worden. Hauptsächlich eignet es sich zum

Fig. 304.



Betriebe eilig construirter, fehlerhafter Leitungen. Alle Mittheilungen von dem Schlachtfeld von Tel-el-Kebir wurden mittelst desselben befördert, und bei der Nil-Expedition wurden verschiedene Male wichtige Botschaften nach diesem Verfahren gesendet, die sich mittelst der gewöhnlichen Instrumente auf der langen fehlerhaften Linie nicht hätten übertragen lassen. Das System hat sich sogar noch bei beträchtlichen Längen blanken, am Boden liegenden und theilweise in demselben begrabenen Drahtes bewährt.

227. Obwohl äusserst praktisch für die Feldtelegraphie, eignet sich das System doch nicht für den allgemeinen Telegraphenbetrieb und zwar aus den folgenden Gründen:

1) Ist der musikalische Ton für die an die Morse-Signale gewöhnten Gehülfen äusserst ermüdend.

2) Verpflanzt sich der Ton durch Induction auf die benachbarten Drähte und bringt dadurch Störungen hervor.

Digitized by Google

3) Wird der Ton durch Induction verschiedener Art bedeutend abgeschwächt, so z. B. durch Strominduction auf benachbarte Drähte, Magnetinduction beim Durchfliessen der Elektromagnete und statische Induction auf langen Linien und besonders auf unterirdischen oder unterseeischen Leitungen.

Trotzdem hat das Verfahren auch im gewöhnlichen Telegraphenverkehr schon gute Dienste geleistet und zwar bei Gelegenheit des schon mehrfach in diesem Buche erwähnten massigen Schneefalls im Winter 1886/87, da alle Telegraphenleitungen im Süden Englands unter dem Gewichte des Schnees zusammenbrachen und man nur mittelst des oben beschriebenen Verfahrens auf den gebrochenen Drähten correspondiren konnte.

Die Vortheile des Systems für den Felddienst lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1) Seine grosse Empfindlichkeit, vermöge deren der Verkehr noch möglich ist über fehlerhafte Leitungen, nicht isolirte, am Boden liegende Drähte, mangelhafte Verbindungsstellen, Erdableitungen etc.

2) Die damit zusammenhängende bedeutende Ersparniss an Stromkraft. Das Verfahren erfordert höchstens zehn Elemente, kann aber sogar schon mit einem einzigen betrieben werden; ferner übt der Strom vermöge seines intermittirenden Characters nur geringe polarisirende Wirkung auf die Batterie aus. Kommt das Mikrophon in Gebrauch, so ist natürlicherweise eine grössere Strommenge erforderlich; allein dies ist kein wesentlicher Theil des Systems.

3) Das Telephon als zeichengebendes Instrument bedarf niemals der Regulirung, so dass bei Errichtung der Leitung und Herstellung der nöthigen Verbindungen viel Zeit erspart wird.

4) Man kann nach Belieben zum Sprachverkehr übergehen, ohne Veränderungen der Schaltungen oder Verwendung complicirter Instrumente.

5) Die Notensignale lassen sich von den in Flaggen- und Lampensignalen geübten Soldaten leichter lernen als die Morse-Signale.

Die Benutzung des Telephons als Verbindungsmittel bei den Uebungen der Infanterie im Gefechtschiessen.

(Von Premierlieutenant v. Laffert in Bautzen.[1])

228. Die fraglichen Schiessübungen sollen ein dem Ernstfalle möglichst ähnliches Gefechtsbild darstellen, um dem Infanteristen Gelegen-

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift, Nr. 8, 1881 und Nr. 3, 1883.

Digitized by Google

heit zu bieten, die Feuerdisciplin zu üben. Eine grössere Abtheilung beschiesst daher im Terrain längere Zeit mit scharfen Patronen eine Anzahl Scheiben, durch welche der Feind markirt wird. Um diesen markirten Feind der Wirklichkeit entsprechend im Terrain auftauchen und verschwinden zu lassen, bedient man sich beweglicher Scheiben und gibt denselben, je nach ihrer Art, Kanonen- und Gewehrschläge bei, die, durch Zündschnur entzündet, das Feuer des Feindes markiren und so das Gefechtsbild vervollkommnen.

Es muss nun dafür gesorgt werden, dass sämmtliche, auf den verschiedenen Entfernungen placirte Ziele hinsichtlich ihres Erscheinens und Verschwindens zusammenwirken, um ein Bild von dem wieder zu geben, was ein wirklicher Feind etwa vornehmen würde; ferner ist es wünschenswerth, dass der Moment des Erscheinens und Verschwindens der Scheiben, überhaupt das ganze Verhalten des durch sie markirten Gegners unmittelbar von dem Willen des die Schiessübung leitenden Vorgesetzten abhängig gemacht werde.

Es handelt sich demnach um Herstellung eines Verkehrsmittels zwischen dem die Uebung Leitenden und den die Scheiben Bewegenden, den Anzeigern.

229. Zu diesem Zwecke hat sich das Telephon vorzüglich bewährt; als Geber und Empfänger bedient man sich des Fernsprechers von Siemens und Halske.

Das 500 m lange Kabel, das eine Doppelleitung von 0.8 mm starkem isolirtem Kupferdraht enthält, wird auf einer Transportrolle aufgerollt, deren Blechcylinder hohl ist und ein zur Aufnahme der Telephone bestimmtes Blechgefäss enthält. An beiden Enden des Cylinders sind Holzscheiben angebracht, die eiserne, mit beweglichen hölzernen Handgriffen versehene Schienen tragen. An dem Ende einer der Schienen kann eine zum Aufrollen des Kabels dienende Kurbel aufgeschraubt werden.

Auf der Aussenseite der einen Holzscheibe, neben einer Durchbohrung zum Durchlass des äusseren Kabelendes ist zur Befestigung des letzteren ein eiserner Stift mit Schraubengewinde und Messingmutter angebracht.

Das eine Ende eines Kabels von 500 m Länge wird durch die hiezu bestimmte Durchbohrung des Blechcylinders etwa 2 m nach innen hindurchgeschoben und durch einen Knoten festgehalten, das Kabel aufgerollt, das äussere Ende, wie oben angegeben, befestigt.

Die so ausgerüstete Transportrolle kann von einem Manne umgehängt getragen werden. In dem Falle werden in zwei an der Holz-

Digitized by Google

scheibe befestigten Winkelösen, die zugleich zur Aufnahme der Schiene der Handgriffe dienen, Lederriemen eingehängt.

Ein Telephon ist an das eine, in das Innere der Rolle hineinragende Kabelende angeschraubt.

230. Soll das Kabel gelegt werden, so wird der Tragriemen entfernt, das Blechgefäss auf der einen Seite herausgezogen, das Telephon entnommen, die Handgriffe eingeschoben, das äussere Kabelende gelöst und an einem feststehenden Gegenstande befestigt.

Während nun ein Mann die Abgangsstation durch Anschrauben des Telephons an die Leitung u. s. w. einrichtet, haben zwei andere mit der rechten, bezw. linken Hand die Rolle erfasst und gehen in schnellen Schritten dem Orte der Endstation bezw. der Verbindung mit einem zweiten Stück Kabel zu.

Der eine der beiden trägt die zugehörige Kurbel. Am Ziel angekommen, wird das bereits mit der Leitung verbundene Telephon nach Abziehen des Handgriffs von der Rolle herausgenommen und entweder die Endstation etablirt oder, wenn die Leitung fortgesetzt werden soll, nach Abnehmen des Telephons das Kabelende einer zweiten Transportrolle mit dem ersten Kabelende verbunden.

Das Aufrollen eines Kabels geschieht mittelst der anzusteckenden Kurbel. Der eine der beiden Leute trägt dabei mit der linken Hand den Handgriff der Transportrolle und bewegt mit der rechten die Kurbel.

Die Verbindung zweier Kabelenden geschah entweder mittelst zweier gewöhnlichen Doppelklemmen, die so eingeschaltet wurden, dass die Verbindungsstellen der Hin- und Rückleitung, um von einander isolirt zu bleiben, einige Centimeter von einander lagen, oder mittelst eines Verbindungsstücks, das aus zwei derartigen, durch Kautschukhüllen von einander isolirten Klemmen bestand. Dieselben waren zu einem Ganzen vereinigt, das zum Schutze mit einer Holzröhre umgeben und mittelst eines Holzstiftes befestigt ward.

In beiden Fällen waren die das Kabel legenden Mannschaften angewiesen, die Verbindungsstellen hochzulegen — etwa durch daruntergeschobenes Holz u. s. w. — so dass selbst bei Nässe eine Ableitung zur Erde nicht zu befürchten war.

Die an sich ziemlich primitive Art der Kabelverbindung durch Klemmschrauben hatte ausser dem Vorzuge der Billigkeit, den Vortheil, die nicht präparirten Enden eines entweder absichtlich durchschnittenen oder aber zerrissenen oder zerschossenen Kabels ohne Weiteres wieder verbinden zu können.

231. Das Auslegen eines Kabels von 500 m Länge in der be-

Digitized by Google

schriebenen Weise erfordert nicht mehr Zeit als etwa 5—6 Minuten, was der gewöhnlichen Marschgeschwindigkeit gleichkommt.

Die Vortheile des inneren Hohlraumes der Transportrolle sind:

1) Schonung des Kabels durch Anwendung eines verhältnissmässig grossen Durchmessers auch bei den innersten Lagen der Aufwickelung.

2) Bequeme Mitführung der Telephone.

3) Möglichkeit fortwährenden Verkehrs von der Abgangstation aus mit den das Kabel legenden Mannschaften, selbst wenn diese bereits ausser Hörweite oder durch Terrainverhältnisse ausser Sicht sein sollten. Denn es konnte von den die Transportrolle tragenden Leuten während der Kabellegung deutlich innerhalb der Rolle der mittelst der Ruftrompete der Siemens'schen Telephone gegebene Anruf vernommen werden.

Man hielt, öffnete und entnahm der Transportrolle das am inneren Kabelende festgeschraubte Telephon, durch das die Verständigung nun erfolgen konnte.

Die Festlegung des Kabels wurde mittelst eines zu dem Zwecke gefertigten starken Holzbohrers bewerkstelligt, der an seinem Griffe mit einer Klemmvorrichtung versehen war, die das Kabel festhielt, und der am Stationsort in einen Pfahl oder Baum u. s. w. eingebohrt wurde.

Die erweiterte Ausdehnung, welche die Schiessübungen in Bezug auf Mannigfaltigkeit der Ziele und Grösse der Entfernungen der in Deckungen angebrachten Anzeiger annahmen, machten es wünschenswert, das vorhandene Kabel derart auszunutzen, dass möglichst wenig von demselben verloren ging, ohne dass dasselbe je nach dem Bedarf der einzelnen Uebung zerschnitten wurde. Zugleich wurde das Bedürfniss in Rechnung gezogen, alle Verbindungen zwischen Kabelenden unter einander und zwischen Kabel und Fernsprecher so einzurichten, dass sie mit genügender Solidität von jedem Soldaten ohne Weiteres ausgeführt werden konnten. Es geschah das in der Weise, dass sämmtliche Kabelenden derartig vorbereitet wurden, dass ihr einfaches Einschieben in die Oeffnungen eines Verbindungsstückes genügte, um je zwei Enden beider Adern von zwei Kabelstücken gut leitend zu verbinden, während Hin- und Rückleitung von einander isolirt blieben.

Die auf diese Vorrichtungen bezüglichen Details befinden sich in Nr. 3, 1883, der Elektrotechnischen Zeitschrift, auf die wir den Leser verweisen.

Digitized by Google

Dritter Theil.

Das Telephonrecht[1]).

Wir geben in diesem Theile eine kurze Uebersicht über den Rechtszustand der Telephonie in verschiedenen Ländern. Es ist klar, dass die Stellung, welche die Regierung der Verwaltung des Telephonwesens gegenüber annimmt, in erster Linie eine staatsrechtliche Frage ist, die denkbarerweise je nach den betreffenden Rechtsgrundlagen principiell so oder anders entschieden werden kann.

Es lässt sich indessen nicht läugnen, dass neben den blos juristischen Gesichtspunkten in dieser Frage auch volkswirthschaftliche und technische Factoren in Betracht kommen müssen. Wir werden Gelegenheit haben, auf diesen letzteren Punkt in unserer Beschreibung des Rechtszustandes der Telephonie in England ausführlicher zurückzukommen, da dort die Frage der Berechtigung zum Telephonbetrieb ausschliesslich auf praktische Gründe hin entschieden wurde.

Capitel XXXV.

Der gegenwärtige Rechtszustand der Telephonie in den verschiedenen Staaten.

1. Das Deutsche Reich.

232. Das Deutsche Reich nahm, in Abweichung von dem Entwicklungsgange in anderen Ländern, von Anfang an einen sehr entschiedenen Standpunkt ein. Unter den Auspizien des Reichsministers, Dr. Stephan,

[1]) Nach Dr. F. Meili's Telephonrecht, Leipzig 1885. Mit der gütigen Erlaubniss des Verfassers.

Digitized by Google

wurde die Telephonie exclusive der Staatsverwaltung einverleibt und wird nunmehr als ein regelmässiger Zweig des Post- und Telegraphenwesens betrieben. Die Regierungen von Bayern und Württemberg, Länder, die eine gesonderte Post- und Telegraphenverwaltung besitzen, sind diesem Beispiele gefolgt, und haben den Telephonbetrieb gleichfalls als Staatsmonopol erklärt. Die Bedingungen der Theilnahme an den Telephoneinrichtungen wurden von dem Reichspostamt festgesetzt und darauf bezügliche Reglements im Januar 1883 und Februar 1884 erlassen. Eine Dienstanweisung für den Betrieb von Telegraphenlinien mit Fernsprecheinrichtungen war schon im October 1880 erschienen, und darin wurde festgestellt, dass eine staatliche Genehmigung von Seiten des Reichs erforderlich sei für Telegraphen- oder Fernsprechverbindungen:

a) zwischen Grundstücken, welche zwar einem und demselben Besitzer gehören, aber räumlich, sei es durch Grundstücke anderer Besitzer, sei es durch öffentliche Wege von einander getrennt sind, oder

b) zwischen Häusern, Etablissements, Grundstücken u. s. w., welche nicht einem und demselben Besitzer gehören.

Im Uebrigen wird ein exclusives Regierungsmonopol aufrecht erhalten.

Immerhin geschieht die Genehmigung im ersteren Falle unentgeltlich, aber vorbehältlich des Widerrufs.

In Deutschland gibt es auch Privattelegraphenanlagen. Die deutsche Post- und Telegraphenverwaltung übernimmt es nämlich, „zur Förderung des telegraphischen Verkehrs" auf kürzere Entfernungen Telegraphenleitungen herzustellen und an Privatpersonen zu deren ausschliesslichem Gebrauch miethweise zu überlassen.

Was nun die rechtliche Stellung der Telephonie nach deutschem Staatsrechte anbetrifft, so finden wir allerdings eine eigenthümliche Sachlage vor. Der einzige Anspruch, den die Regierung überhaupt geltend machen kann, ist im Art. 48 der Verfassung enthalten. Derselbe lautet:

Das Postwesen und das Telegraphenwesen werden für das gesammte Gebiet des Deutschen Reiches als einheitliche Staatsverkehrsanstalten eingerichtet und verwaltet.

Ohne uns weiter auf die Rechtsfrage einzulassen, führen wir an, dass nach einigen der ersten Autoritäten dieser Artikel durchaus keine Monopolsrechte auf die Regierung überträgt. Sei dem jedoch wie ihm wolle, die Thatsache besteht, dass die deutsche Regierung das Monopol anspricht und aufrecht erhält. Der Telephonbetrieb

Digitized by Google

befindet sich sehr wohl dabei und wir haben hier ein treffendes Beispiel von den Segnungen einer fürsorglichen Regierung.

2. Oesterreich-Ungarn.

233. Am 25. Januar 1847 wurde in Oesterreich folgendes „Hofkanzleidecret" erlassen:

„Bei der Wichtigkeit, welche telegraphische Verbindungen für die öffentliche Verwaltung haben, finden sich Seine k. k. Majestät laut allerhöchstem Cabinetsschreiben vom 16. Januar 1847 zur Anordnung bestimmt, dass von nun an, ohne vorher von Sr. Majestät selbst erwirkte Erlaubniss, keinem Privaten, weder einem Einzelnen, noch einer Gesellschaft, gestattet sein soll, Telegraphen zu errichten.

Diese allerhöchste Bestimmung wird der Landesstelle mit dem Auftrage bekannt gegeben, dieselbe allsogleich in gehöriger Art mit dem Beisatze allgemein kund zu machen, dass im Falle der Uebertretung alle für die Einrichtungen getroffenen Vorbereitungen und hergestellten Apparate von dem Unternehmer selbst oder auf dessen Kosten von der Staatsverwaltung in unbrauchbaren Zustand versetzt werden würden."

Darnach scheint es klar zu sein, dass in Oesterreich ein Telegraphenmonopol zu Recht besteht, ein Monopol, das augenscheinlich auf das Telephon ausgedehnt wurde. Wir finden demnach, dass die Regierung der Wiener Privattelegraphen-Gesellschaft eine Concession für das Telephon ertheilt hat. Diese schon lange bestehende Gesellschaft erhielt die Concession im Jahre 1881 auf 10 Jahre, gegen Entrichtung einer jährlichen Abgabe von 12 Gulden für jeden Abonnenten.

Auch in Ungarn bedarf es einer ministeriellen Concession und nur solche Telephonlinien sind ausgenommen, die für den eigenen Gebrauch bestimmt sind, sofern die zu deren Herstellung erforderlichen Drahtleitungen auf fremde Besitzgründe nicht übergehen und Gassen oder öffentliche Plätze nicht belästigen.

3. Frankreich.

234. Gewöhnlich wird das französische Telegraphenmonopol auf das Decret vom 27. December 1851, § 1 gestützt:

„Aucune ligne télégraphique ne peut être établie ou employée à la transmission des correspondances que par le Gouvernement ou avec son autorisation.

Quiconque transmettra sans autorisation des signaux d'un lieu à un autre, soit à l'aide de machines télégraphiques, soit par tout

Digitized by Google

autre moyen, sera puni d'un imprisonnement d'un mois à un an et d'une amende de 1000 à 10000 Francs.

En cas de condamnation, le Gouvernement pourra ordonner la destruction des appareils et machines télégraphiques."

(Keine Telegraphenlinie darf errichtet oder zur Uebertragung von Mittheilungen benutzt werden, ausgenommen von Seiten der Regierung oder mit deren Bewilligung.

Wer auch immer ohne Bewilligung Signale von einem Orte zum anderen, sei es mit Hülfe telegraphischer Maschinen, sei es durch irgend welches andere Mittel überträgt, verfällt in Gefängnissstrafe von 1—12 Monaten und 1000—10000 Francs Strafgeld.

Im Falle der Verurtheilung kann die Regierung die Zerstörung der telegraphischen Maschinen und Apparate anordnen.)

Ein früheres Decret vom 2.—6. Mai 1837 ist in ähnlichem Sinne abgefasst.

Diese Erlasse scheinen der Regierung ausschliessliche Rechte sowohl in Bezug auf den Telegraphen als auf das Telephon zu gewähren, und obgleich die Regierung Concessionen einer Privatgesellschaft ertheilt hat, so hat sie sich alle Rechte vorbehalten und betreibt das Telephon selbst in verschiedenen Städten.

235. Concessionen wurden auf Grund eines Erlasses vom 26. Juni 1879 ertheilt, und seither hat die Regierung den folgenden Gesetzentwurf in der Kammer eingebracht (der Raumersparniss halber geben wir denselben in deutscher Uebersetzung):

Art. 1. Concessionen zum Betrieb von Telephonnetzen werden von dem Ministerium des Post- und Telegraphenwesens nur für einen Zeitraum von nicht mehr als 5 Jahren und auf Grundlage eines bestimmten „cahier des charges" (Betriebsreglement) gewährt. Hiernach sollen dem Staate mindestens 10% der Bruttoeinnahme zukommen.

Art. 2. Die Telephonnetze sollen entweder mittelst dauernder Einrichtungen bei den Privaten oder mittelst öffentlicher Sprechstellen betrieben werden.

Art. 3. Das Ministerium des Post- und Telegraphenwesens bestimmt die an den öffentlichen Sprechstellen zu entrichtenden Gebühren auf Grundlage des Gesetzes vom 5. April 1878; dasselbe bestimmt gleichfalls und unter denselben Bedingungen die Gebühren für den vom Staate einzuführenden Telephonverkehr zwischen verschiedenen Städten.

Dieser Gesetzentwurf war von folgenden Motiven begleitet:

„Schon im Jahre 1879 kam das Telephon in Frankreich in Gebrauch.

Digitized by Google

Concessionsgesuche wurden darauf an das Ministerium des Post- und Telegraphenwesens gerichtet.

Man konnte sich zu der Zeit noch kaum eine genaue Vorstellung von dieser neuen und wunderbaren Anwendung der Elektricität machen, konnte nicht voraussehen, welch wichtige Rolle sie als Verkehrsmittel spielen würde, konnte schliesslich die Kosten nicht berechnen, welche die Einrichtung von Telephonnetzen verursachen würde.

Die Regierung konnte desshalb nicht daran denken, die Verantwortlichkeit und die Aufsicht eines solchen Unternehmens ohne Weiteres zu übernehmen. Andrerseits konnte sie dem Publikum nicht absolut verweigern, was sie ihm nicht selbst gewähren wollte. Man hielt es demnach für gerathen, der Privatunternehmung die anfängliche Ausbreitung des Telephonbetriebs, dessen Zukunft man nicht vorhersehen konnte, zu überlassen, während sich die Regierung zu gleicher Zeit ein ausschliessliches Monopol vorbehielt.

Der Minister erliess demgemäss am 26. Juni 1879 ein Decret, in welchem er die Bedingungen namhaft machte, unter denen er Concessionen für Errichtung von Telephonnetzen zu ertheilen bereit sei.

Unter andern Bedingungen stipulirte er, dass die Concessionsdauer 5 Jahre nicht überschreiten und dass dem Staat 10% der Bruttoeinnahme zukommen sollen.

Diese Concessionen konnten in keiner Weise dem Monopol Eintrag thun, da sich die Regierung das Recht vorbehielt, irgend welchen Privaten Concessionen zu ertheilen und selbst Telephonnetze einzurichten.

Drei Concessionen wurden für die Stadt Paris ertheilt. Diese wurden späterhin vereinigt und werden nunmehr von einer einzigen Gesellschaft, der Société Générale des Téléphones, betrieben. Die gleiche Gesellschaft betreibt die Telephonnetze in Lyon, Marseilles, Bordeaux, Nantes, Lille, Havre, Rouen, Saint-Pierre-les-Calais, Algier und Oran.

Das Regal von 10% der Bruttoeinnahme brachte dem Staate die folgenden Summen ein:

			Francs	Centimes
Im	Jahre	1879	2 424	70
„	„	1880	15 916	45
„	„	1881	55 280	11
„	„	1882	142 637	38
„	„	1883	217 145	95

d. h. in den ersten fünf Jahren eine Gesammtsumme von 433 114 Francs 59 Centimes.

Digitized by Google

Das Regal für das erste Quartal von 1884 beträgt schon 63 353 Francs 82 Centimes. Das zweite Quartal wird sich auf 70 000 Francs belaufen, so dass wir für das Jahr 1884 auf ein Regal von 280 000 Francs rechnen dürfen; dieser Betrag wird sich ohne Zweifel jährlich vergrössern.

Die Concessionen, die im gegenwärtigen Augenblicke betrieben werden, erlöschen gleichzeitig am 8. September dieses Jahres. Wir haben sonach gerade noch Zeit, unsere Anordnungen für dieses Datum zu treffen, indem wir die Thatsache im Auge behalten müssen, dass es unmöglich ist, das Publikum eines Verkehrsmittels zu berauben, das von Tag zu Tag grösseren Anklang findet.

Wir müssen ebenfalls darauf hinweisen, dass die Regierung selbst Versuche angestellt hat und dass wir zu diesem Zwecke um eine Bewilligung von 250 000 Francs bei der Kammer einkommen. Die Regierung hat Telephonnetze eingerichtet in Reims, Roubaix, Turcoing, St.-Quentin und Troyes.

Die Resultate dieser Versuche sind so weit günstig, allein die Versuche selbst sind noch nicht weit genug vorgeschritten, dass wir von der Kammer die nöthigen Mittel zum Betriebe sämmtlicher Telephonnetze in Frankreich verlangen könnten. Es würde sich hier um eine grosse Summe handeln, die wir im gegenwärtigen Augenblicke nicht bestimmen könnten, und ferner hätten wir nicht das nöthige Dienstpersonal, um den Betrieb zu übernehmen.

Wir sind desshalb der Ansicht, dass es gerathen ist, Concessionen für weitere 5 Jahre zu ertheilen, besonders da das Verfahren, was den Staat anbelangt, ein finanzieller Erfolg genannt werden darf.

Zu gleicher Zeit ist zu bemerken, dass eine Ausdehnung der Telephonnetze zur unumgänglichen Nothwendigkeit geworden ist. Der Betrieb innerhalb der gegenwärtigen Grenzen genügt den Anforderungen des Handels und der Gewerbe nicht mehr. Ausserdem dürfen wir auch nicht hinter den Bestrebungen der Nachbarländer in dieser Richtung zurückbleiben.

Um dem allgemeinen Verlangen zu entsprechen, werden wir öffentliche Sprechstellen eröffnen, so dass Jedermann während bestimmten Stunden mit den Abonnenten der Telephonnetze oder mit anderen Sprechstellen in telephonischen Verkehr treten kann und zwar gegen Entrichtung eines Betrags, der den Verfügungen des Gesetzes vom 5. April 1878 gemäss bestimmt werden wird.

Wir werden zu gleicher Zeit unsere Versuche durch Errichtung neuer Regierungsleitungen fortsetzen und ferner die verschiedenen Städte durch telephonische Leitungen verbinden.

Digitized by Google

Dieses ist der Zweck des Gesetzentwurfs, den wir Ihnen vorlegen.

Die Rechte des Staates sind auf's Strengste gewahrt. Wir werden Niemanden ein Monopol verleihen; die Regierung wird zu jeder Zeit Concessionen irgend welchen Privaten ertheilen oder selbst die Telephonnetze betreiben können. Sie behielt sich ferner die absolute Controle aller von Privaten betriebenen Netzwerke und den Ankauf aller Privat-Telephonnetze zu irgend einer Zeit vor."

Aus diesem Exposé ist die ganze Entwicklungsgeschichte der Telephonie in Frankreich ersichtlich.

4. Belgien.

236. Am 31. März 1882 wurde der Kammer ein Gesetzesentwurf unterbreitet, der folgende zwei Bestimmungen enthielt:

Art. 1. Die Regierung ist berechtigt, Concessionen zur Errichtung und zum Betrieb von Telephonleitungen innerhalb eines Gemeindebezirks zu ertheilen, den Bedingungen und Klauseln des „cahier des charges" gemäss, das dem gegenwärtigen Gesetzentwurf beigegeben ist.

Art. 2. Die auf den Telegraphen bezüglichen, strafgesetzlichen und polizeilichen Verfügungen finden auch auf die concessionirten Telephonlinien Anwendung.

Allein diese Assimilation der Telephonie und Telegraphie rief lebhafte Opposition hervor. Ueberdies war man sich nicht klar darüber, ob nicht der Staat selbst den Betrieb der Telephonie sich vorbehalten sollte. Andere hielten den Entwurf für unvollständig.

Der Gesetzentwurf wurde zurückgezogen. Am 30. Januar 1883 erfolgte die Vorlegung eines neuen Gesetzentwurfs, dahin lautend:

Art. 1. Die Regierung ist berechtigt, auf Grund der Klauseln des beigegebenen „cahier des charges", die Errichtung und den Betrieb von Telephonnetzen entweder selbst zu unternehmen oder Concessionen hiezu zu ertheilen.

Art. 2. Die auf den Telegraphen bezüglichen strafgesetzlichen und polizeilichen Verfügungen finden auch auf die vom Staate betriebenen oder concessionirten Telephonlinien Anwendung.

Das Gesetz vom 1. März 1851 wird gleichfalls auf den Telephonbetrieb ausgedehnt. (Dieses Gesetz bezieht sich auf die Telegraphengebühren und auf das Recht der Regierung, dieselben festzusetzen.)

Art. 3. Irgend eine Person, welche, ohne eine regelmässige Concession erhalten zu haben, eine Telegraphen- oder Telephonlinie gegen Entrichtung einer Gebühr betreibt, verfällt in eine Strafe von 100 bis 500 Francs.

Dem Gesetzentwurf wurde, wie sich aus Art. 1 ergibt, ein „cahier des

Digitized by Google

charges" beigegeben. Dasselbe unterschied sich von dem ersten (welches durch die Bell Manufacturing Company eifrig bekämpft wurde) dadurch, dass keine „adjudication obligatoire" (Zwangsverkauf) vorgeschrieben wurde, und durch neue, die Drahtleitungen betreffende Bestimmungen.

In den Motiven wurde hervorgehoben, dass die Gründe, welche den Telegraphenbetrieb in den Händen des Staates concentrirten, auch zu Gunsten der Uebernahme aller derjenigen Verkehrsmittel sprechen, welche die Elektricität verwenden. Allein es wäre — so wurde hinzugefügt — ungerecht, den fruchtbaren Einfluss der Privatinitiative dann zu verkennen, wenn es sich um die Entwicklung und Popularisirung von Erfindungen handelt, welche das Publikum häufig mit einem gewissen Misstrauen aufnehme.

237. In der That gelangte dann ein Gesetz vom 11. Juni 1883 zur Annahme (loi concernant l'établissement et l'exploitation de réseaux téléphoniques), nach welchem dem belgischen Staate das Recht eingeräumt wurde, die Telephonie selber zu betreiben, oder nach Massgabe des mit dem Gesetz integrirend verbundenen „cahier des charges" Concessionen zu ertheilen. Auch in Belgien bedürfen keiner staatlichen Bewilligung diejenigen Telephoneinrichtungen, welche lediglich und ausschliesslich zu privater Bedienung auf eigenem Grunde angelegt sind (Haustelephone).

Was dagegen diejenigen Telephoneinrichtungen betrifft, welche öffentlichen Grund und Boden und das Eigenthum Dritter benutzen müssen, so besteht diesfalls ein königlicher Erlass vom 6. November 1882, der folgende Bestimmungen enthält:

1) Privat-Telegraphen- und -Telephonlinien sind ausschliesslich zum Gebrauche derjenigen Personen bestimmt, welche dieselben eingerichtet haben. Es ist strengstens verboten, irgend welche Gebühr, irgend welche directe oder indirecte Bezahlung für die Uebertragung einer von einer dritten Person ausgehenden Botschaft zu erheben.

2) Jede Privatlinie, die entweder gänzlich oder theilweise auf öffentlichem Grund und Boden errichtet wird, muss von dem Minister des öffentlichen Verkehrs autorisirt sein.

3) Derjenige Theil einer Privatlinie, der auf öffentlichem Grund und Boden steht, wird von der Telegraphenverwaltung errichtet und unterhalten.

4) Auf den Wunsch des Betreffenden kann der Staat die Errichtung und Instandhaltung des Privatnetzes ausserhalb der Staatsdomäne übernehmen.

5) Der Betreffende muss die Bewilligung der Eigenthümer und In-

Digitized by Google

haber der Grundstücke einholen, ober- oder unterhalb deren die Drähte laufen, sowie auch von den Behörden des Regierungsbezirkes oder der Gemeinde, die mit der Aufsicht der Landstrassen betraut sind, denen die Telephondrähte entlang laufen.

Ferner hat der Betreffende alle Unkosten und Entschädigungen zu tragen, die sich aus Errichtung der Drähte ergeben.

6) Die Vertäge werden auf einen Zeitraum von 5 oder 10 Jahren abgeschlossen.

7) Der der Regierung für die von ihr errichteten Telephonlinien zu entrichtende Betrag wird durch den Wortlaut des Vertrages bestimmt. Dieser Betrag deckt zu gleicher Zeit die Kosten der Unterhaltung und Erneuerung sowie auch der Wegschaffung nach Beendigung des Vertrages.

8) Wenn die Regierung einer Privatgesellschaft eine Concession zum Betriebe von Privatnetzen ertheilt, so übermacht sie dieser Gesellschaft die von ihr abgeschlossenen Verträge. Die Abonnenten geniessen den Concessionären gegenüber dieselben Privilegien wie gegen die Regierung. Andrerseits sind sie denselben Abgaben unterworfen, ausgenommen, dass der Abonnementspreis nach Massstab des von den Concessionären eingeführten Tarifs reducirt werden muss.

Schliesslich ist zu bemerken, dass die belgische Regierung das Telephoniren auf weite Entfernung zum Gegenstand eines königlichen Decrets vom 10. October 1884 und von Instructionen für die Verwaltung gemacht hat.

5. Italien.

238. Der Gang der italienischen Gesetzgebung war folgender: Am 27. November 1880 legte das Ministerium der Kammer einen Gesetzentwurf „sul servizio telegrafico“ vor. Dabei wurde beiläufig auch auf das Telephon Bezug genommen. Allein dieser Entwurf bekam keine Gesetzkraft, vielmehr wurde später ein neuer vorgelegt, der aber kein Wort vom Telephon erwähnte (24. März 1881). Daraus ging das Telegraphengesetz vom 23. Juli 1881 hervor. Dasselbe hat übrigens auch für das Telegraphenrecht gar keine Bedeutung. Es ist ein fiscalisches Gesetz.

Indessen fand sich das Ministerium doch veranlasst, unterm 1. April 1881 ein Reglement zu erlassen. Demnach erhielt der Generaltelegraphendirector das Recht, Concessionen für die Errichtung und Betreibung der telephonischen Verbindungen im Innern der Stadt und mit den Aussengemeinden zu ertheilen nach Massgabe bestimmter Bedingungen.

Digitized by Google

Das Ministerium legte der Kammer am 2. März 1882 einen neuen Gesetzentwurf vor. Darnach wurde die Regierung ermächtigt, einen Tarif festzustellen für die Vermiethung der Telegraphendrähte und für die telegraphische Conversation unter Privaten und überdiess einen Telephondienst einzurichten und die Tarife zu fixiren. Dabei wurde erläuternd hinzugefügt, dass dieses neue Verkehrsmittel nicht nothwendig mit dem Telegraphen verbunden sein müsse und dass die Regierung kaum ein Monopol für die Telephonie beanspruchen werde.

Unter dieser geringen Begeisterung kam ein Gesetz vom 5. Juli 1882 zu Stande, das in Art. 4 bestimmte, „dass die königliche Regierung bevollmächtigt werde, einen Tarif für die Vermiethung von Telegraphendrähten und für den telegraphischen Verkehr zwischen Privaten festzustellen, wo dieselbe der Meinung ist, dass ein solcher Dienst ohne Schaden für den öffentlichen Verkehr eingerichtet werden kann; und ferner, dass die Regierung ermächtigt werde, da, wo sie selbst einen Telephondienst zum Verkehr von Abonnenten unter einander betreibe, den Tarif festzusetzen".

239. Abgesehen von diesem wesentlich fiscalischen Gesetze besteht in Italien nur noch ein königliches Decret vom 1. April 1883 mit drei damit verbundenen Reglements. Damit ist das Decret vom 1. April 1881 aufgehoben. Aus dem neuen Decret ist hervorzuheben:

Art. 1. Bewilligt die Verfügungen mit Bezug auf Concessionen zu Telephonlinien für öffentlichen und Privatgebrauch, die auf unseren Befehl von unserem Staatssecretär für öffentlichen Verkehr ertheilt werden.

Art. 2. Bis auf neuen Erlass ist unser Minister des öffentlichen Verkehrs ermächtigt, solche Concessionen unter Vorbehalt früherer Verfügungen zu ertheilen.

Art. 3. Die im gegenwärtigen Augenblike in Kraft stehenden vorläufigen Concessionen innerhalb des Bezirks einer Gemeinde sollen sich auf ähnliche Verbindungen mit den benachbarten Bezirken erstrecken.

In der That erhielt denn auch die „Société générale italienne des Téléphones" Concessionen.

Zu dem erwähnten königlichen Decrete gehören, wie sich übrigens aus ihm selber ergibt, drei Reglements, welche zum Gegenstand haben:

1) Concessionen für die Ausübung der Telephonie im Inneren einer Gemeinde.

2) Concessionen für die Ausübung der Telephonie unter benachbarten Gemeinden.

3) Concessionen für eine Privattelephonie zwischen zwei Locali-

Digitized by Google

täten innerhalb des Territoriums einer Gemeinde oder zwischen zwei benachbarten Gemeinden.

Die Nothwendigkeit der staatlichen Concessionen beweist, dass der italienische Staat sich das ausschliessliche Recht vorbehält, über den Telephonbetrieb zu entscheiden. Es besteht auch in Italien de facto ein Telegraphenmonopol. Uebrigens hat sich der italienische Staat in Art. 23 des Capitels I (vgl. auch Art. 20, Cap. II) das Recht vorbehalten, neben den Privattelephonen auch staatliche Telephonanstalten zu errichten.

6. England.

240. Die Telegraphie in England war anfänglich ausschliesslich in den Händen von Privatgesellschaften und ging erst im Jahre 1868 in die Hände der Regierung über. Zur Begründung dieser Massregel führt der Eingang des Gesetzes von 1868 an:

„In Anbetracht, dass die Verkehrsmittel durch elektrischen Telegraphen innerhalb des vereinigten Königreichs von Grossbritannien und Irland ungenügend sind und viele wichtigen Districte solcher Verkehrsmittel vollständig entbehren, und in Anbetracht, dass es dem Staate sowohl als den Handels- und Gewerbebetreibenden und dem Publikum im Allgemeinen zum Vortheile gereichen würde, wenn ein billigeres, weiter ausgebreitetes und rascheres System der Telegraphie in dem vereinigten Königreiche eingeführt würde, halten wir es für rathsam, dass Ihrer Majestät Generalpostmeister ermächtigt werde, Telegraphenanstalten in Verbindung mit der Postverwaltung zu betreiben."

Die Telephonie hatte nun in England das eigenthümliche Schicksal, dass sie nicht im Anschluss an ein neues sachbezügliches Gesetz oder durch eine thatsächliche Anmassung der Regierung, sondern durch einen Richterspruch als Annex der Telegraphie erklärt wurde.

Die Edison Telephone Company in London kam in Conflict mit der staatlichen Telegraphenverwaltung, die vom Postmaster General geleitet wird. Aber es ist bezeichnend, dass dieser Conflict erst erhoben wurde, als die bezeichnete Privatgesellschaft ihre Anlagen fertiggestellt hatte.

Das Urtheil, welches am 20. December 1880 von der Queen's Bench erlassen wurde, ist, besonders vom technischen Standpunkte aus, äusserst interessant. Die Richter, Baron Pollock und Sir James Stephen, gründeten ihr Urtheil auf die umfassende Bedeutung, die den Ausdrücken „Telegraph" und „Telegramm" durch das Gesetz vom Jahre 1869 beigelegt wurde.

Digitized by Google

241. Das Gesetz vom Jahre 1863 gab folgende Definition des Wortes „Telegraph“:

„Der Ausdruck ‚Telegraph‘ bedeutet einen Draht oder Drähte, die zum Zwecke telegraphischen Verkehrs mit irgend welchem dieselben umgebenden Ueberzug, Hülle, Röhre oder Rohr benutzt werden und irgend welche damit verbundene zum Zwecke telegraphischen Verkehrs verwendete Apparate.“

Das Gesetz des Jahres 1869 bestimmt im Art. 4 den Umfang des englischen Telegraphen-Staatsmonopols in folgender Weise:

„Der Generalpostmeister selbst oder seine Stellvertreter, und seine oder deren Bedienstete sollen von und nach dem Erlass dieses Gesetzes das ausschliessliche Recht besitzen, Telegramme innerhalb des vereinigten Königreichs zu vermitteln, ausgenommen in den später angeführten Fällen; derselbe besitzt auch innerhalb des vereinigten Königreichs das ausschliessliche Recht, alle die Nebendienste zu versehen, nämlich den Empfang, das Sammeln und die Auslieferung von Telegrammen, ausgenommen in nachstehenden Fällen.

Art. 5 des Gesetzes führt die einzigen zulässigen Ausnahmen auf. Es sind dies namentlich Privat-Telegraphenanlagen.

In dem gleichen Telegraphengesetze von 1869 wurde der Begriff von „Telegraph“ und „Telegramm“ dahin erweitert:

Der Ausdruck „Telegraph“ soll im Zusatz zu der ihm durch das Gesetz vom Jahre 1863 beigelegten Bedeutung auch noch bedeuten und einschliessen irgend welche Apparate für die Uebertragung von Botschaften oder anderen Mittheilungen mittelst elektrischer Signale.

Der Ausdruck „Telegramm“ soll bedeuten irgend welche Botschaft oder Mittheilung die von einem Telegraphen übertragen wird oder zu solcher Uebertragung bestimmt ist.

Gegen den Entscheid des Queen's Bench war ursprünglich die Appellation erklärt worden. Es kam aber hernach eine Verständigung zu Stande. Der Generalpostmeister erhielt darnach 10% der Bruttoeinkünfte der Gesellschaft.

242. Das englische Post Office betreibt die Telephonie selbst in Newcastle und den benachbarten Bezirken und ertheilt daneben auch Concessionen an Privatgesellschaften. Der Generalpostmeister gestattet sogar, dass den staatlichen Telephonanstalten an einem und demselben Orte durch private Telephoneinrichtungen Concurrenz gemacht wird, mit der ausgesprochenen Tendenz, dass das Publikum sich ein Urtheil darüber bilden könne, ob es durch Privatgesellschaften oder durch die Thätigkeit der Postanstalten besser bedient werde.

Digitized by Google

Der folgende Bericht des Generalpostmeisters charakterisirt den Stand des Telephonwesens im Jahre 1884:

„Bei weitem der grösste Theil des Telephonverkehrs im Lande wird immer noch von den Privatgesellschaften versehen, welche Concessionen von der Postverwaltung besitzen. Häufige Vorstellungen werden gemacht, dass, wenn einige der in diesen Concessionen zum Schutze der Staatseinkünfte enthaltenen Bedingungen nachgelassen werden könnten, in diesem Falle das Publikum grössere Vortheile mit Bezug auf den Telephonverkehr geniessen würde. Da es durchaus nicht wünschenswerth ist, der Entwicklung des Telephonwesens unnöthige Beschränkungen aufzuerlegen, so habe ich vor Kurzem an die Telephongesellschaften das Ansinnen gestellt, dass dieselben zusammenkommen und wo möglich sich darüber verständigen sollen, welche Aenderungen sie in den Concessionen für nöthig erachten, so dass dem Publikum die grösstmöglichen Vortheile im Telephonverkehr eingeräumt werden, die mit den Interessen des Staates vereinbar sind. Verschiedene Vorschläge sind mir unterbreitet worden, die ich in sorgfältige Erwägung ziehen werde."

(Das Stadium der sorgfältigen Erwägung scheint noch nicht beendigt zu sein.)

7. Die Schweiz.

243. Die eidgenössische Regierung ertheilte im Jahre 1880 zwei Privatpersonen in Zürich eine Concession für das Telephon auf 20 Jahre. Späterhin wurde diese Concession auf eine Actiengesellschaft übertragen, und die Regierung, die in der Zwischenzeit die hohe Wichtigkeit des Telephons erkannt hatte, ergriff sofort die Gelegenheit und reducirte die Dauer der Concession auf 5 Jahre. Während dieser 5 Jahre, die am 31. December 1885 zu Ende liefen, hatte die Regierung in allen Theilen der Schweiz Telephonnetze errichtet, und übernahm nun auch an dem obigen Datum das Züricher Netz, so dass zur Zeit die Telephonie als ein Regierungsmonopol anzusehen ist.

8. Die Vereinigten Staaten Amerikas.

244. Die Telegraphie ist in den Vereinigten Staaten ausschliesslich in den Händen von Privatgesellschaften. In neuerer Zeit wird freilich lebhaft darüber debattirt, ob dieselbe nicht staatlich centralisirt werden solle.

Freilich ist auch in Amerika die constitutionelle Berechtigung der Uebernahme der Telegraphie sehr zweifelhaft. Art. 1, Section 8, § 7 der Bundesverfassung lautet:

Digitized by Google

„Der Congress soll die Macht haben — — Postämter und Poststrassen zu errichten."

In der That dürfte es doch sehr gewagt sein, aus dieser Verfassungsbestimmung die Berechtigung herzuleiten, die Telegraphie und Telephonie als Staatssache zu erklären.

Mit Bezug hierauf ist zu bemerken, dass in einer juristischen Abhandlung von einem amerikanischen Juristen die Verstaatlichung der Telegraphie und Telephonie auf Grund der bestehenden Verfassung theoretisch nicht als ausgeschlossen hingestellt worden ist. Es geschieht dies mit folgenden Worten:

„Es ist und wird immer schwierig sein, genau zu bestimmen, wie weit sich die Deutung des in der Verfassung enthaltenen Ausdrucks ‚post-roads' ausdehnen lässt. Man ist schon lange zu der Ueberzeugung gelangt, dass derselbe Eisenbahn- und Dampfschifffahrtsrouten einschliesse. Nach einer freien Deutung könnte man auch Telegraphen- und Telephonrouten darunter verstehen, da beide nur neue und verbesserte Methoden zu sein scheinen, um Mittheilungen von Ort zu Ort zu befördern."

Capitel XXXVI.

Statistische Nachweise über bestehende Telephonnetze.

245. Diese Nachweise sind, soweit sie sich auf die europäischen Telephonnetze beziehen, dem Bulletin International de l'Électricité entnommen.

Die Nachweise über die amerikanischen Telephone sind neueren Datums und dem Western Electrician vom 1. October 1887 entnommen. Dieselben sind von der National Telephone Exchange Association veröffentlicht, die von 27 Gesellschaften Berichte empfing; 5 Gesellschaften haben keine Berichte geliefert.

Die Gesammtanzahl der Abonnenten in den Vereinigten Staaten wird auf 340 000 geschätzt und das in Telephonunternehmen angelegte Capital beläuft sich auf 400 Millionen Mark.

Die ausserordentliche Verbreitung der Telephonnetze seit dem Jahre 1883, dem Datum der Veröffentlichung des vorletzten Bulletin International de l'Électricité, ergibt sich aus der nachfolgenden

Digitized by Google

Tabelle. Mit Bezug auf dieselbe ist indessen zu bemerken, dass die statistischen Angaben über Deutschland durchaus nicht richtig sind; beinahe ganz Süddeutschland, mit Einschluss von Baden, Württemberg und Bayern, fehlt in der Tabelle. Die Anzahl der Abonnenten in Stuttgart allein z. B. beläuft sich auf mehr als 500 und in gleicher Weise sind auch die grossen bairischen Städte, wo das Telephon eine ziemlich ausgedehnte Anwendung gefunden hat, gar nicht angegeben.

Die Vortheile des Telephons vermehren sich natürlich mit dem Umfang der Netze und der Abonnentenzahl. Der Telephonverkehr macht eine um so grössere Zeitersparniss möglich, je grösser die Entfernungen, wird nun um so vortheilhafter, je grösser die Zahl der Personen, mit denen der Abonnent in Verkehr treten kann. Andrerseits ist aber auch die Herstellung der Netze um so kostspieliger, je grösser deren Umfang. Und nicht nur die Herstellungs- sondern auch die Betriebskosten (das Instandhalten der Leitungen und Apparate und das Personal) vermehren sich im Verhältniss zur Anzahl der Abonnenten.

Es ist desshalb auch recht und billig, dass die Einwohner einer grossen Stadt einen höheren Abonnementspreis bezahlen, als die Bewohner eines weniger bevölkerten Ortes, und statt einer Reduction des Tarifs lässt sich vielmehr eine Erhöhung desselben voraussagen. Diese Voraussagung fängt schon an sich in den vereinigten Staaten zu erfüllen.

Was die auf den verschiedenen Telephonnetzen verwendeten Apparate anbetrifft, so haben wir keine eingreifenden Veränderungen zu verzeichnen. Es ist jedoch von Interesse, dass sich die Centralstellen grosser Städte mehr und mehr nach einem und demselben Modelle gestalten und dass das Multipelgestell der Western Electric Company alle anderen Klappenschränke und sonstige Umschaltungsvorrichtungen nach und nach verdrängt. Ein wesentlicher Fortschritt der neuesten Zeit ist die Telephonie auf weite Entfernungen, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass binnen weniger Jahre alle grösseren Städte Europas mit einander in Telephonverkehr stehen werden.

Als Vorläufer dieser Entwicklung können wir die zahlreichen Verbindungen anführen, die jetzt schon in einigen Ländern zwischen den verschiedenen Städten bestehen. In Deutschland, England, Belgien und der Schweiz stehen heutzutage eine grosse Anzahl der wichtigsten Städte mit einander in telephonischem Verkehr. In Frankreich sind bis jetzt nur wenige Versuche in dieser Richtung gemacht worden.

Digitized by Google

	1. Januar 1883		1. Januar 1886	
	Anzahl der Telephon-netze	Abonnenten-zahl	Anzahl der Telephon-netze	Abonnenten-zahl
Oesterreich	3	870	11	3 032
Belgien	6	1 941	7	3 365
Dänemark	1	516	2	1 370
Frankreich	18	4 437	20	7 175
Deutschland	21	3 613	91	14 733
England	75	7 287	89	15 114
Italien	13	5 507	16	8 346
Niederlande	4	1 340	8	2 493
Portugal	2	80	2	350
Russland	6	1 351	20	5 280
Spanien	3	—	3	594
Schweden	5	1 554	15	5 705
Schweiz	2	825	36	4 900
Gesammtzahl .	159	29 321	320	72 457

246. Es ist klar, dass das Telephon noch lange nicht das letzte Wort gesprochen hat; in verschiedenen Ländern, in Frankreich z. B., in Oesterreich, Spanien, Portugal bleibt noch viel zu thun übrig. Mangel an Unternehmungsgeist von Seiten der Privatgesellschaften, der provisorische Character der Gesetzgebung in manchen Ländern und anderwärtige Umstände localer Art haben zwar die Entwicklung des Telephons in Europa verzögert, allein die schon erzielten Resultate versprechen dem Telephon eine bedeutende Zukunft.

Ein bemerkenswerther Umstand ist die nahezu vollständige Verschmelzung der verschiedenen Interessen und Gesellschaften, die anfänglich die Telephonie geschäftlich betrieben haben.

In England, Frankreich, Italien, Schweden und der Schweiz haben sich concurrirende Gesellschaften, welche die Telephonie an demselben Orte betrieben, entweder durch Verschmelzung oder durch Cession friedlich geeinigt, so dass im gegenwärtigen Augenblicke keine europäische Stadt, mit Ausnahme von Newcastle-on-Tyne, zwei concurrirende Telephongesellschaften aufzuweisen hat.

Digitized by Google

Amerikanische Centralstellen im Jahre 1887.

	Einwohnerzahl	Abonnenten im Jahre 1887	Abonnenten im Jahre 1886	Zuwachs
Albany	90 903	1258	—	—
Atlanta	37 409	862	—	—
Baltimore	417 220	2105	1863	242
Boston	362 535	2130	1847	283
Brooklyn	750 000	3297	2797	500
Buffalo	155 000	1767	1702	65
Chicago	510 373	4577	4067	510
Cincinnati	255 189	2900	—	—
Denver	60 000	840	779	61
Detroit	239 265	2585	2285	300
East Saginaw	43 140	563	517	46
Grand Rapids	32 000	872	758	114
Hartford	42 551	824	—	—
Jersey City	125 093	769	693	76
Louisville	155 917	1661	1436	225
Lowell	62 000	638	587	51
Milwaukee	187 802	1732	1516	216
Minneapolis	129 200	1387	—	—
Newark	152 988	732	—	—
New Haven	75 000	1227	—	—
New Orleans	216 140	1148	1109	39
New York	1 206 299	6881	6043	838
Paterson	61 811	642	640	2
Philadelphia	847 170	2420	—	—
Pittsburgh	249 379	2286	1951	335
Portland	33 810	735	733	2
Providence	120 000	2417	3168	Abnahme 751
Reading	59 163	503	563	Abnahme 60
Richmond	63 597	593	506	87
Saint Paul	111 000	1025	—	—
Scranton	43 850	617	573	44
Springfield	33 340	565	535	30
Washington	159 871	1362	1272	90
Wilkestarre	25 000	527	463	64
Williamsport	23 000	466	437	29
Wilmington	50 000	500	440	60
Worcester	68 389	718	645	73

Digitized by Google

Namenregister.

A.

Abdank, magnetisches Signal 143.
Abrezol, Leistungsfähigkeit der Transmitter 84.
Ader, Empfänger 35; Sender 45; Einschaltung mehrerer Fernsprechstellen in eine Leitung 284; Musikübertragung 348.

B.

Bartelous, automatischer Umschalter 295.
Bell, Telephon 4. 16.
Bell und Sumner Tainter, Photophon 76.
Bell Telephone Manufacturing Co., Zwischensprecher 158.
Bennett, Uebertragung zwischen entfernten Netzen 331; Multipeltelephonie 333.
Berliner, Sender 5. 52. 89.
Bert und D'Arsonval, Sender 47.
Berthon, directes Aufrufsystem 190; Transmitter 206.
Berthoud-Borel, Kabel 115.
Blake, Sender 5. 48. 84.
Böttcher, Telephon 55.
Boudet, Mikrophon 58; Myograph 352.
Bréguet, Quecksilbertelephon 74.
Burnley, Transmitter 59.

C.

Cardew, Telephon für militärische Zwecke 362.
Clay, Mikrophon 57.
Crossley, Sender 46.

D.

D'Arsonval, Empfänger 37; Sender 47. 89.
Dejongh, Sender 51. 89.
Ducretet, stethoskopisches Mikrophon 350.

E.

Edison, Elektromotograph 72; Kohlentelephon 4. 24; Phonograph 82.
Elsässer, Hintereinanderschaltung mehrerer Fernsprechstellen 310; Uebertragung zwischen entfernten Netzen 327.
Ericson, Transmitter 63.
Ericson und Cedergren, automatischer Umschalter 303.

F.

Felten u. Guilleaume, Kabel 104.
Freeman, Transmitter 65.

G.

Gérard, Ermittlung von Fehlern in elektrischen Kabeln 360.
Gililland, Magneto 140; System 248.
Goloubitzky, Telephon 41.
Gower, Telephon 34.
Gower-Bell, Sender 44. 89.
Grassi und Beux, mehrere Fernsprechstellen in einer Leitung 288.
Gray, Elisha, Telephon 4. 71.

H.

Hartmann und Braun, Hintereinanderschaltung mehrerer Fern-

Digitized by Google

sprechstellen 312; Zwischensprecher 157.
Helmholtz, Theorie der Vocallaute 10.
Hipp, Mikrophon 64.
Hughes, Mikrophon 5. 26; Inductionsbrücke 356; Inductionswage 353.
Hunning, Sender 65. 84.

J.

Jacob, Multipeltelephonie 334.

K.

Kotyra, Telephon 37.

L.

Laffert, Telephon zu militärischen Zwecken 366.
Lassance, Zwischensprecher 159.
Leclanché, Batterie 128.
Locht Labye, Sender 50.

M.

Mac Evoy, Torpedofinder 358.
Maiche, Sender 50.
Mann, System für Centralstellen 242.
Mercadier, Teleradiophon 79.
Miller, Controlapparat für Anzahl von Verbindungen 342.
Mix und Genest, Mikrophon 61. 89.

N.

Naglo, System für Centralstellen 255.
Neumayer, Telephon 38.
Nyström, Uebertragung zwischen entfernten Netzen 326.

O.

Oesterreich, automatischer Umschalter 307.

P.

Patterson, Kabel 121.
Poole, System der Lancashire und Cheshire Telephone Co. 269.
Preece, Thermotelephon 81.

R.

Reis, Telephon 3. 69.
Richez, Sender 89.
Rothen, Batteriegalvanometer 237; Durchhang des Drahtes 99. 100; Zwischensprecher 225.
Rysselberghe, van, Telephoniren auf weite Entfernungen 317.

S.

Shaw, Law-System für Centralstellen 239.
Siemens, Empfindlichkeit des Bell-Telephons 21; Telephon 39.
Sinclair, automatischer Umschalter 291.
Sinclair und Smith, automatischer Aufrufkasten 338.
Stephen, Johnston, Hintereinanderschaltung mehrerer Fernsprechstellen 314.

T.

Tainter, Radiophon 78.
Theiler, Telephon 67.
Thomson, Sir William, Grenze der Sprachübertragung 86.

W.

Waring, Kabel 118.
Western Electric Co., Multipelgestell 174.
Wheatstone, Telephon 2.
Williams, Magneto 135; System für Centralstellen 253.
Wreden, Phonophor 60.

Z.

Zetsche, Hintereinanderschaltung mehrerer Fernsprechstellen 311; Verwendung des Telephons zum Telegraphenbetrieb 347.

Digitized by Google

Sachregister.

A.

Aerztliche Zwecke, Verwendung des Telephons für 350.
— Boudet's Mikrophon 351.
— Ducretet's stethoskopisches Telephon 350.
Aufrufkasten, automatischer, Smith und Sinclair's 338.

B.

Batterie, die 127.
Bell-Telephon 16.
Blitzschutzvorrichtungen 146. 213. 221.

C.

Centralstellen 163.
— deutsches System 163.
— englisches Post Office 261.
— französisches System 182.
— Gililland-System 248.
— Lancashire und Cheshire Telephone Co., System der 266.
— Law-System 239.
— Mann-System 242.
— Naglo-System 255.
— Schweizer System 207.
— Western Electric Co., Multipelgestell der 174.
— Williams-System 253.
Controlapparat der Anzahl von Verbindungen an einer Centralstelle 342.

E.

Empfänger 34.
— Ader's 35.
— D'Arsonval's 37.
Empfänger, eidgenössischer 42.
— Goloubitzky's 41.
— Gower's 34.
— Kotyra's 36.
— Neumayer's 38.
— Siemens' 39.
Erdleitung 127.

F.

Fehler in elektrischen Kabeln, Ermittlung durch Telephon 360.

G.

Gewöhnliche Fernsprech- oder Endstellen 149.

H.

Hülfsapparate 125.
— Batterie 127.
— Blitzschutzvorrichtungen 146.
— Controlapparat der Anzahl von Verbindungen 342.
— Knopftelephon 143.
— Magnetische Signale 134.
— — Abdank-Signal 143.
— Mittheilung der Zeit in Telephonnetzen 342.
— Verbindungsschnüre 145.

I.

Induction 12.
Inductionsbrücke, Hughes' 356.
Inductionswage, Hughes' 353.

K.

Kabel 104.
Knopftelephon 143.
Kohlentelephone 23.
— Edison's 24.

Digitized by Google

L.

Leitungsdraht 92.
— Kabel 104.
— — Berthoud-Borel 115.
— — des englischen Post Office 114.
— — Felten u. Guilleaume 105.
— — Patterson 121.
— — Waring 118.

M.

Magnetische Signale 134.
Mehrere Fernsprechstellen in einer Leitung 283.
— Ader's System 284.
— Bartelous, automatischer Umschalter 295.
— Elsässer's System 310.
— Ericson und Cedergren, automatischer Umschalter 303.
— Grassi und Beux, System 288.
— Hartmann und Braun, System 312.
— Johnston, Stephen, System 314.
— Oesterreich, automatischer Umschalter 307.
— Zetsche, System 311.
Mikrophon 26.
— Hughes 26.
Militärische Zwecke, Verwendung des Telephons für 362.
Multipelgestell der Western Electric Co. 174.
Multipeltelephonie 333.
Musikübertragung 348.

O.

Oeffentliche Telephonstellen 336.
— Smith und Sinclair's Aufrufkasten 338.

S.

Schall und Sprache 6.
Sender 44.
— Ader 45.
— Berliner 52.
— Bert und D'Arsonval 47.
Sender, Berthon 206.
— Blake 48.
— Böttcher 55.
— Boudet 58.
— Burnley 59.
— Clay 57.
— Crossley 46.
— Dejongh 51.
— Ericson 63.
— Freeman 65.
— Gower-Bell 44.
— Hipp 64.
— Hunning 65.
— Locht Labye 50.
— Maiche 50.
— Mix und Genest 61.
— Société Générale des Téléphones 67.
— Theiler 67.
— Wreden 60.
Statistische Nachweise über bestehende Telephonnetze 383.

T.

Tauchervorrichtungen, Verwendung des Telephons zu 358.
Telegraphenbetrieb, Verwendung des Telephons zum 345.
Telephone, specielle 69.
— — Bréguet 74.
— — Edison-Elektromotograph 72.
— — Elisha Gray 71.
— — Phonograph 82.
— — Photophon 76.
— — Radiophon 75. 77.
— — Reis 69.
— — Teleradiophon 79.
— — Thermotelephon, Preece 81.
Telephoniren auf weite Entfernungen 317.
— van Rysselberghe, System 317.
Telephonrecht, das 370.
— in Belgien 376.
— — Deutschland 370.
— — England 380.
— — Italien 378.
— — Oesterreich-Ungarn 372.
— — Schweiz 382.
— — Vereinigten Staaten 382.
Transmitter, Leistungsfähigkeit der 83.

Digitized by Google

U.

Uebertragung, System der 325.
— — Bennett 331.
— — Elsässer 327.
— — Nyström 326.

V.

Verbindungsschnüre 145.

W.

Wecker 130.

Z.

Zwischensprecher 155.
— Bell Telephone Co., 158.
— deutscher 155.
— englisches Post Office 160.
— Hartmann und Braun 157.
— Lassance 159.
— Rothen 225.

Berichtigungen.

Seite 20, Zeile 10 von oben lies: flachabgedrehten, anstatt flachabgedachten.
„ 149, „ 20 „ „ „ : Capitel XVII, p. 213 und 222, anstatt Capitel XVI, p. 182.
„ 159, „ 21 „ „ „ : ausgeschaltet, anstatt kurz geschlossen.
„ 160, „ 10 „ unten „ : der Ausschaltung, anstatt dem Kurzschluss.
„ 176, „ 12 „ „ „ : § 112, anstatt § 111.
„ 227, „ 3 „ oben „ : die Ausschaltung, anstatt den Kurzschluss.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Zentralbibliothek Zürich
ZM02109304
Digitized by Google